

Juan Carlos Santamarta Cerezal  
Jorge Naranjo Borges

# **INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL EN MEDIOS INSULARES**

Técnicas y Experiencias en las Islas Canarias



# **INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL EN MEDIOS INSULARES**

**Técnicas y Experiencias en las Islas Canarias**

Dr. Ing. Juan Carlos Santamarta Cerezal

Dr. Ing. Jorge Naranjo Borges

Et al.





INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL EN MEDIOS INSULARES  
Técnicas y experiencias en las Islas Canarias.

DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN EDITORIAL

Juan Carlos Santamarta Cerezal

*jcsanta@ull.es*

Jorge Naranjo Borges

*jnarbor@gobiernodecanarias.org*

DISEÑO Y MAQUETACIÓN DE LA PORTADA

Alba Fuentes Porto

*alba Fuentesporto@hotmail.com*

EDITA:

Colegio de Ingenieros de Montes

*Calle Cristóbal Bordinú, 19 28003 Madrid*

*915 34 60 05*

DEPÓSITO LEGAL: TF 204-2013

ISBN: 978-84-616-3859-8

652 p. ; 24 cm.

1ª Edición: Junio 2013

© Los Autores, Tenerife, 2013

Ninguna parte de este libro puede ser reproducida o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluido fotografías, grabación o por cualquier sistema de almacenar información sin el permiso escrito del autor y editores.

# Contenido

<b>PRÓLOGO</b>	<b>9</b>
<b>DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN EDITORIAL</b>	<b>13</b>
<b>RELACIÓN DE AUTORES</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>Retos de futuro de los recursos naturales y los bosques en Canarias</b>	<b>15</b>
1. Introducción	15
2. El monte canario como generador de recursos económicos	17
3. El monte canario como regulador de los recursos hídricos	18
4. El monte canario como generador de energía	19
5. Amenazas y retos de futuro de los montes canarios	20
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>La actividad forestal en Canarias</b>	<b>23</b>
1. Introducción histórica	23
2. El Plan Forestal de Canarias	42
3. Ley de Montes	43
4. Noticias forestales destacadas	43
5. Libros	44
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>Obras y restauraciones hidrológico forestales en el archipiélago Canario en el periodo 1.905 - 1.986</b>	<b>47</b>
1. Introducción	47
2. Actuaciones en la isla de La Palma	48
3. Gran Canaria	51
4. El Hierro	53
5. Fuerteventura y Lanzarote	54
6. Tenerife y La Gomera	55

#### **CAPÍTULO 4**

<b>Evolución y conservación de los bosques en Canarias</b>	<b>59</b>
1. Introducción	59
2. Los bosques en el archipiélago canario	60
3. Los bosques termófilos	62
4. Laurisilva y Monteverde	70
5. Pinares	77
6. Conservación de los bosques en Canarias	85

#### **CAPÍTULO 5**

<b>¿Perturbaciones forestales o dinámica forestal?</b>	<b>91</b>
1. Introducción	91
2. El fuego, de catástrofe a proceso natural	92
3. Las exóticas, síntoma, no causa	94
4. El demonio de la cabra	96
5. ¿Qué sabemos o hemos aprendido?	98

#### **CAPÍTULO 6**

<b>Producción de plantas y repoblación forestal</b>	<b>101</b>
1. Introducción	101
2. Recolección de material forestal de reproducción	102
3. Producción de planta de calidad	108
4. Plantación	114

#### **CAPÍTULO 7**

<b>Regeneración en los bosques canarios. Pinar, laurisilva y termófilo</b>	<b>125</b>
1. Los bosques de Canarias	125
2. El pinar	126
3. La laurisilva	133
4. Los bosques termófilos	140
5. Conclusiones	144

#### **CAPÍTULO 8**

<b>Selvicultura aplicada. Transformación de rodales de olmo (<i>Ulmus minor</i>), álamo blanco (<i>Populus alba</i>) y castaño (<i>Castanea sativa</i>) a monteverde en Gran Canaria</b>	<b>149</b>
1. Introducción	149
2. Estrategias de dispersión	151
3. Olmedas, alamedas y castaños, ¿un problema o una oportunidad?	153
4. Distribución y colonización de nuevos espacios	154
5. Regeneración de laurisilva bajo cubierta	155
6. Gestión selvícola	158
7. Conclusiones	159

## **CAPÍTULO 9**

### **La defensa del monte canario 163**

1. Introducción 163
2. El fuego – El incendio 165
3. Factores que influyen en el comportamiento del fuego forestal 173

## **CAPÍTULO 10**

### **Historia de los aprovechamientos forestales 199**

1. Introducción 199
2. Antecedentes 202
3. Aprovechamientos forestales en Canarias 205
4. El carbón vegetal 209
5. La actividad apícola 210
6. La actividad agroforestal 211
7. El palmeral 213
8. El tarajal 215
9. El bosque termófilo 215
10. El cedro canario 216
11. La actividad cinegética 216
- Anexo I. Expresiones condenadas al cajón del olvido 217

## **CAPÍTULO 11**

### **Aprovechamientos forestales en épocas recientes 221**

1. Introducción 221
2. Los conocimientos de los ingenieros respecto a los aprovechamientos 226
3. Éxito en I+D en el aprovechamiento forestal 233
4. Conclusiones 238
- Anexo I. Legislación básica al respecto de los aprovechamientos forestales 240

## **CAPÍTULO 12**

### **Aprovechamientos Energéticos. Biomasa 245**

1. La energía de la biomasa 245
2. Los biocombustibles 247
3. La fuente de energía, los montes canarios 248
4. Los residuos forestales 249
5. Gestión de los residuos 250
6. Aprovechamiento de la biomasa 251
7. Valorización energética 253
8. Maquinaria 254
9. Aspectos ambientales y económicos 255
10. Innovación tecnológica 256
11. La gestión en Canarias 259
12. Líneas de actuación y potenciales teóricos 261



### **CAPÍTULO 13**

<b>Aprovechamientos hídricos. Precipitación horizontal en los montes canarios</b>	<b>265</b>
1. Introducción histórica al aprovechamiento de la precipitación horizontal	265
2. El mar de nubes	267
3. Papel hidrológico de las masas forestales en las islas oceánicas	269
4. Fundamentos físicos de la precipitación horizontal o de niebla	272
5. Metodología y aplicaciones forestales	273
6. Métodos de captación	276
7. Estudio de casos de captaciones biológicas	277
8. Aplicaciones forestales	280

### **CAPÍTULO 14**

<b>Hidrología Forestal y conservación de suelos en medios insulares volcánicos</b>	<b>283</b>
1. Introducción	283
2. Los suelos volcánicos	284
3. El problema de la erosión en los medios insulares	286
4. Hidrología y masas forestales.	
Implicación en los recursos hídricos superficiales y subterráneos	297
5. La restauración hidrológica forestal en Canarias	300
6. El concepto de barreras verdes	305

### **CAPÍTULO 15**

<b>La escorrentía en los bosques de Canarias</b>	<b>313</b>
1. Introducción	313
2. La escorrentía en el ciclo hidrológico	314
3. Estimación de la escorrentía superficial	316
4. El caso de la caldera de taburiente	337

### **CAPÍTULO 16**

<b>Camino forestales en islas volcánicas</b>	<b>349</b>
1. Las pistas y caminos forestales en Canarias	349
2. Sistemas constructivos	351
3. Caminos forestales y el agua. Mejora y mantenimiento de las pistas forestales	354
4. Geotecnia del terreno volcánico para su uso en caminos forestales	364
5. Desprendimientos en las pistas. Barreras estáticas y dinámicas	369
6. Legislación y uso de las pistas o caminos forestales. El caso de Tenerife	376

### **CAPÍTULO 17**

<b>La ordenación territorial del paisaje forestal de las áreas protegidas de Canarias</b>	<b>379</b>
1. Introducción	379
2. El paisaje forestal de las áreas protegidas de Canarias	381
3. La ordenación territorial del paisaje forestal de la red canaria de áreas protegidas en Canarias	393
4. El proceso de planificación territorial de las áreas protegidas de la Red Canaria	412
5. Conclusiones	426

## **CAPÍTULO 18**

### **Gestión de espacios naturales protegidos en el archipiélago Canario 431**

1. Antecedentes normativos 431
2. Gestión de los espacios naturales protegidos 434
3. Categorías de espacios naturales protegidos 438
4. Otras figuras de protección existentes en las islas 445
5. Nuevos Retos en la Gestión 450

## **CAPÍTULO 19**

### **Certificación forestal 455**

1. Introducción 455
2. Evolución de la gestión forestal y la ordenación de montes 456
3. La certificación forestal como garantía de la gestión forestal sostenible 463
4. La certificación forestal en cifras 468
5. Los beneficios de la certificación forestal 470
6. Certificación forestal en Canarias 470

## **CAPÍTULO 20**

### **El árbol como estrategia en el planeamiento canario 475**

1. Introducción 475
2. El cambio climático y los planes de mitigación y adaptación para Canarias 477
3. El árbol urbano como estrategia para mitigar los efectos del cambio climático 478
4. El árbol como elemento identitario 480
5. El árbol urbano como sumidero de CO<sub>2</sub> y herramienta para la mitigación del cambio climático y el cumplimiento del Protocolo de Kioto 482
6. La capacidad de secuestro de carbono según la especie 482
7. Listado provisional de especies a estudiar 484
8. Imágenes de especies propuestas para el estudio por vertiente y piso bioclimático 488

## **CAPÍTULO 21**

### **Restauración forestal de espacios degradados en medios insulares 497**

1. Introducción 497
2. Concepto de espacio degradado 498
3. Tipos de espacios degradados 501
4. Planificación y organización de la restauración 513
5. Estudio de alternativas 515
6. Usos potenciales de las áreas restauradas 516
7. Análisis de los distintos usos que pueden adoptar los terrenos degradados 522
8. Recuperación de espacios agrícolas marginales, deforestados y/o erosionados 524
9. Las repoblaciones 526
10. Las técnicas de bioingeniería utilizadas en restauración 527
11. Restauraciones hidrológicas inmediatas tras episodio de incendio forestal 529
12. El caso del Palmetum en la isla de Tenerife 531

**CAPÍTULO 22**

**Teledetección forestal en Canarias** **533**

- 1. Introducción 533
- 2. La teledetección forestal en Canarias 540
- 3. Conclusiones 553

**CAPÍTULO 23**

**Los suelos forestales en islas volcánicas** **559**

- 1. Introducción 559
- 2. Los suelos de los bosques de pinar 560
- 3. Los suelos de la laurisilva 570
- 4. Los suelos del bosque termófilo 580

**CAPÍTULO 24**

**Plantas aromáticas, medicinales y tintóreas en las Islas Canarias** **595**

- 1. Introducción 595
- 2. Las plantas aromáticas y medicinales 596
- 3. Plantas tintóreas y colorantes naturales 614

**CAPÍTULO 25**

**Planificación forestal** **629**

- 1. Introducción 629
- 2. Planificación adaptativa, dinámica y participativa 630
- 3. Perfil profesional 632
- 4. Técnicas de planificación 633
- 5. Planificación versus gestión 635
- 6. Jerarquía de la planificación 637

**RELACIÓN DE AUTORES** **639**

# Prólogo

Carlos del Álamo Jiménez

Prologar un libro nunca es tarea fácil. La amistad, el compartir profesión o simplemente la afición a la materia de la publicación condiciona el escrito.

En este caso, resulta evidente que la mayor parte de las materias que se tratan en él y el superior conocimiento de los autores de las mismas, me evitan juzgar, lo que por mi parte, en caso contrario, sería un atrevimiento inadmisibile, pero sí me permite describir lo que me parece tan acertado y oportuno de la idea y del contenido del libro.

Acuerdo de los editores, profesionales maduros, que han agrupado de forma multidisciplinar a un destacado grupo de expertos, científicos y gestores, alrededor de una materia tan atractiva y compleja como la ingeniería de montes y el medio ambiente de las Islas Canarias para publicar sus conocimientos sobre una cuestión que cada vez cobra más relevancia en el desarrollo sostenible de la sociedad, consciente de los errores de un pasado reciente y de la necesidad de valorar la naturaleza y considerarla como un elemento clave, de ineludible consideración, en los modelos de crecimiento económico.

Siguiendo el orden de las palabras del título del libro, tengo que decir, que la ingeniería ha sido históricamente el motor del progreso y de la calidad de vida de la Humanidad. La de Montes, también.

La paulatina solución a las demandas y necesidades vitales del hombre ha sido posible gracias a la aplicación del conocimiento aplicado, basado en la eficacia y la eficiencia del empleo de los recursos económicos disponibles en procesos tecnológicos que han proporcionado bienestar a la población.

Un proceso silencioso, que pasa desapercibido a una gran parte de las personas en su vida cotidiana, pero que ha cambiado, para mejor, la forma de vida de todos nosotros a lo largo del tiempo y desde luego en los últimos doscientos años.

Joel Mokyr explica que “La naturaleza fundamental de la producción es la de intentar conseguir del medio ambiente algo que los humanos desean y que la naturaleza



no quiere dar de forma voluntaria. Al abandonar la caza y la recolección y explotar las regularidades detectadas en la naturaleza, las personas inventaron la agricultura y crearon lo que podríamos llamar una sociedad de producción. Al formalizar estas regularidades en algo que terminó siendo “ciencia” y permitirles interactuar con las técnicas que implicaban, el programa baconiano alcanzó su masa crítica en la Europa occidental de finales del siglo XVIII.”

Una sociedad con ingeniería es una sociedad que progresa y la ingeniería de Montes, desde hace ciento setenta años, ha posibilitado la conservación de los montes y la naturaleza de España, en una tarea casi siempre anónima y silenciosa que comenzó a mediados del siglo XIX con la exclusión de la venta de los montes públicos en la desarmotización y ha continuado hasta nuestros días, gestionando con criterios técnicos y socioeconómicos el patrimonio forestal español, en el que destacan por su singularidad los montes canarios.

Muchos de estos montes alcanzaron después la categoría de Parque Nacional, síntoma de su calidad ambiental y paisajística y desde luego de su buena gestión desde que se crearon los Cuerpos Forestales españoles. No se puede separar la historia de los parques nacionales españoles de la de los parques nacionales canarios, pues su aportación ha sido clave para la Red de Parques Nacionales de España, tanto en términos cuantitativos, como por su papel estratégico en el tiempo de consolidación de la Red y en los modelos de gestión, donde los equipos técnicos de los parques canarios han hecho contribuciones tan significativas.

La insularidad es siempre un elemento diferencial en ecología. Las Islas Canarias han atraído el interés de los científicos y estudiosos de la naturaleza y el viaje de Alexander Von Humboldt y su compañero naturalista francés, Aimé Bonpland, a las Islas Canarias en junio de 1799 fue buena prueba de ello. La posterior publicación de sus trabajos en *Viaje a las regiones equinocciales del Nuevo Continente*, ha constituido uno de los exponentes más claros de este interés pionero de los ilustrados por conocer el significado de las especies y su papel en los ecosistemas.

Como ilustrados son los autores que participan en esta obra. La naturaleza y el medio ambiente de las islas canarias se describen con detalle a lo largo de las páginas del libro y sus autores lo hacen en un contexto articulado alrededor de la experiencia de cada uno de ellos en distintos campos del conocimiento forestal y ambiental.

En el viaje cuasi infinito de las especies alrededor del mundo, las Islas Canarias son una estación obligada de descanso y adaptación a un entorno único, como únicos son muchos de sus endemismos. Esta circunstancia hace sin duda más necesario

conocer con detalle la ecología de las especies, su papel en los ecosistemas y su comportamiento en relación con las actividades humanas.

En el “Estudio sobre la Vegetación y la Flora Forestal de las Canarias Occidentales” de Luis Ceballos Fernández de Córdoba y Francisco Ortuño Medina, ambos ingenieros de Montes, publicado en 1951 por el Ministerio de Agricultura, se explicaba en su Introducción:

“No es corriente que en nuestros Centros superiores de enseñanza, donde se cultivan las ciencias biológicas y geográficas, tanto Universidades como Escuelas especiales, se dedique la debida atención y tiempo al estudio y conocimiento de las provincias insulares, y especialmente nos referimos a las que componen el Archipiélago Canario, que por su alejamiento y situación nos resultan, en cuanto a sus características naturales, tan heterogéneas y exóticas como identificadas lo están en otro aspecto por el espíritu y condición de sus habitantes, cuya unidad y penetración con la Península no cabe superar.

Gran parte de la explicación de esta deficiencia radica en la falta de publicaciones españolas y de literatura apropiada que recoja la múltiple documentación dispersa que sobre tales temas existe. La rareza de lo aislado aumentada aquí por el carácter volcánico de las islas, siempre constituyó un incentivo para los naturalistas; son muchos, por ello, los viajeros y hombres de ciencia que han abordado las cuestiones canarias.”

Sesenta años después, las cosas han cambiado mucho y el conocimiento de la naturaleza canaria es muy extenso y detallado, pero el acierto de este libro, es recoger en una publicación, el conocimiento de varias ramas de especialidad forestal y ambiental en un único volumen que facilita al lector aproximarse a la realidad ambiental y forestal de las Islas canarias

Sé que prologar un libro es una tarea similar al juego de las “siete y media”, que o te pasas o no llegas. Usted, querido lector juzgará con más objetividad y con toda seguridad disfrutará, de la calidad y el interés de lo que aquí se ha recogido.

Carlos del Álamo Jiménez  
*Decano del Colegio de Ingenieros de Montes*

Enero, 2013

---

# **Dirección y coordinación editorial**

Juan Carlos Santamarta Cereza

Jorge Naranjo Borges

## **Relación de autores**

José Javier Alayón González

Carmen Dolores Arbelo Rodríguez

José Ramón Arévalo Sierra

M. Paz Arraiza Bermúdez-Cañete

Javier Blanco Fernández

Inés Calzada Álvarez

Lea De Nascimento

Cristina Fernández Merino

José María Fernández-Palacios

Daniel García Marco

M<sup>a</sup> de las Mercedes García Rodríguez

Guacimara González-Delgado

José Asterio Guerra García

Natalia Guerrero Maldonado

Bernabé A. Gutiérrez García

Francisco Jarabo Friedrich



J. Vicente López Álvarez  
César López Leiva  
Javier Raúl Méndez Hernández  
Jorge Mongil Manso  
José Joaquín Molina Roldán  
Jorge Naranjo Borges  
Agustín Naranjo Cigala  
Araceli Reymundo Izard  
Antonio Rodríguez Rodríguez  
Otto Rüdiger  
Isidoro Sánchez García  
Juan Carlos Santamarta Cereza  
Javier Seijas Bayón  
Moisés R. Simancas Cruz  
Carlos Velazquez

# **Retos de futuro de los recursos naturales y los bosques en Canarias**

Juan Carlos Santamarta Cerezal  
Jorge Naranjo Borges

## **1. Introducción**

La Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó el 20 de diciembre de 2006 una resolución (A/RES/61/193) por la que se declaraba 2011 Año Internacional de los Bosques. La Asamblea General ha subrayado la necesidad de que haya una ordenación sostenible de todos los tipos de bosques, incluidos los ecosistemas forestales frágiles, y considera que los esfuerzos concertados deberían dedicarse a crear más conciencia en todos los niveles para fortalecer la ordenación, la conservación y la explotación sostenible de todos los tipos de bosques en beneficio de las generaciones presentes y futuras.

Las Islas Canarias a pesar de su reducida extensión y del relativo poco peso específico a nivel mundial, no es ajena a los problemas globales detectados en la conservación de bosques y en la importancia que éstos tienen para obtener beneficios económicos, socioculturales y ambientales. La gestión forestal sostenible es en este sentido esencial para asegurar y compatibilizar los diversos beneficios del bosque.

El papel específico de los bosques y su gestión son sin embargo temas aún por conocer en nuestras islas, por lo que el Año Internacional de los Bosques ha representado una oportunidad única para dar a conocer el mundo forestal y acercarlo a nuestra sociedad.

Las causas principales de la disminución de la cubierta forestal han sido los distintos tipos de actividades antrópicas, primero desde la llegada de los aborígenes y posteriormente de una manera muy intensa cuando llegan los primeros europeos hasta la actualidad. Desde la segunda mitad del siglo XX poco a poco empiezan a protegerse distintas zonas de alto valor natural mediante la legislación y constitución de Parques Nacionales y redes de Espacios Naturales Protegidos; la tendencia hacia la concentración de los núcleos urbanos y la mayoría de las actividades humanas hacia las zonas costeras, perjudica a muchas formaciones vegetales pero desahoga a otras que tienen su distribución en las zonas interiores de las islas. La correcta gestión, en estos últimos tiempos de las masas forestales en los distintos espacios naturales protegidos acelerará el proceso de regeneración natural pero si va asociada a un profundo y amplio matiz de concienciación ambiental y sensibilización ciudadana amparado por una investigación científica seria y comprometida.

En 30 años se ha conocido el temperamento de las especies y sus distintas vulnerabilidades, hecho que exige sopesar la elección de especies en las repoblaciones forestales según las características de la estación forestal. Las plantaciones deben llevarse a cabo en otoño con las primeras lluvias o con el simple cambio de tempero, aunque ello no garantiza siempre el arraigo, por lo que se ha comprobado a menudo la necesidad de regar.

Los bosques canarios muestran una variedad importante de estrategias en su regeneración. Así encontramos especies donde predomina la reproducción asexual (hija, naranjero salvaje), combinaciones de reproducción asexual y sexual (faya, laurel), formación de bancos de plántulas (laurel y pino), o bancos de semillas permanente (brezo, tejo). Estas estrategias marcan el carácter pionero o maduro de las especies, y explican por qué algunos ecosistemas se recuperan más rápidamente tras el abandono de su explotación.

Cuando el criterio es la transformación hacia ecosistemas potenciales, una mera observación de la dinámica y evolución natural de especies como olmos, álamos o castaños basta para revelarnos el papel beneficioso que son capaces de ofrecernos. El motor de la dinámica es la lucha por la luz, imponiéndose al final las especies que mejor toleran la sombra y cuyos pies alcanzan mayor altura. Afortunadamente las especies de la laurisilva madura sobrepasan a castaños, olmos y álamos tanto en tolerancia a la luz, como en altura de copas. Por ello es aconsejable y relativamente fácil conducir el proceso hacia formaciones autóctonas, simplemente potenciando la sucesión natural y la dinámica silvícola.

La definición jurídica de “monte” suele incluir expresiones excesivamente genéricas y con un cierto grado de discrecionalidad, pero si tomamos como referencia la de la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, la cual, a su vez, es la asumida en el Documento de Avance de las Directrices de Ordenación de los Recursos Forestales, resulta que tan sólo los terrenos urbanizados o cultivados quedan fuera de tal consideración. De esta manera, el 95,3% de la superficie protegida en Canarias es susceptible de ser considerada como “monte” y, por tanto, como paisaje forestal.

## **2. El monte canario como generador de recursos económicos**

El monte ha dejado de ser un sector productivo, en el sentido estricto de la palabra, para convertirse en un espacio protegido. Excluyendo la caza, el uso fundamental de los montes canarios se reduce al recreativo, que revierten escasos recursos económicos para el mantenimiento de los montes; generando por tanto su gestión un coste para las administraciones forestales y por ende a los ciudadanos.

El monte canario presenta una serie de externalidades difíciles de cuantificar en un presupuesto financiero, ¿cuál es el valor de tener y poder observar un paisaje único?, ¿cuál es el valor de poder hacer senderismo en los Parques Nacionales? Son valores poco cuantificables pero que generan recursos económicos y un turismo de calidad, un ejemplo es la isla de La Palma, lejos del turismo de sol y playa, nos encontramos con unos visitantes cuyo propósito es de disfrutar de unos parajes espectaculares, senderismo y ambiente agroforestal. Todo esto tiene que estar englobado en un marco de sostenibilidad e integrar las actividades turísticas que se puedan realizar en el monte con el criterio de conservación. Hay que recordar que el derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo se la persona así como el deber de conservarlo fue recogido en el artículo 45.1 de la Constitución Española.

Un carácter más objetivo lo tienen los aprovechamientos directos del monte aunque en Canarias prácticamente son aprovechamientos residuales, ya que el principio del uso de los montes es la conservación de los mismos. Hay que echar la vista atrás y enumerar todos los diferentes aprovechamientos que han sido utilizados por los habitantes de las islas como son los aceites volátiles o aceite esencial de la madera de pino, frutos del monteverde, la madera, el carbón vegetal, la apicultura, la tea, la pez, la pinocha, los pastos, los productos de las palmeras y la caza que fueron los únicos recursos económicos y de subsistencia.



Evidentemente existen unos servicios ambientales de los que no sólo se aprovechan los habitantes de las zonas colindantes a los montes si no también los habitantes de los grandes núcleos urbanos.

No se puede olvidar el aprovechamiento de los montes canarios como fijadores del CO<sub>2</sub> atmosférico. Desde el protocolo de Kyoto, se está tratando en todos los foros sobre cambio climático el mercado de contrapartidas de las emisiones de carbono basadas en la actividad forestal.

### **3. El monte canario como regulador de los recursos hídricos**

Desde los aborígenes con el *árbol Garoé*, tal vez la representación más importante la relación entre los bosques y el agua en un sistema insular, ha quedado patente la importancia que tienen los montes con respecto a la hidrología superficial y subterránea en las islas.

El monte en Canarias y en particular su cobertura forestal tiene un papel primordial en la regulación de los recursos hídricos de las islas. Esta función se puede dividir en cinco factores.

- Regulación de los recursos hídricos.
- Conservación y fijación de los suelos.
- Amortiguación del efecto de las lluvias torrenciales.
- Incremento de la infiltración por tanto de la recarga de los acuíferos insulares.
- Incremento de la calidad de los recursos hídricos.

La regulación de los recursos hídricos viene dada por su participación en la hidrología insular, por un lado la cobertura vegetal supone una amortiguación de la energía cinética que llevan las gotas de agua, así se minora el efecto disgregador de las mismas en el suelo, por otro lado el efecto del aprovechamiento de la precipitación horizontal, concentrando en las hojas de las ramas las gotas que poco a poco se van proyectando en el árbol y en el suelo.

Por efecto de las raíces, que incluso llegan a perforar rocas de basalto se mejora el proceso de infiltración y por lo tanto el efecto de la recarga en los acuíferos insulares. También evitan el efecto compactador de los suelos.

Las raíces también hacen un efecto red y crean una matriz donde el suelo queda totalmente encajado evitando su pérdida por el efecto de las lluvias y en menor medida del viento.

Finalmente los montes son zonas de recarga de los acuíferos, por lo tanto, en cierta manera no existen cultivos agrícolas que puedan salinizar los suelos o introducir en el acuífero nitratos, fertilizantes o pesticidas, tampoco existen infraestructuras, que puedan impermeabilizar los suelos, ni grandes núcleos poblacionales.

#### **4. El monte canario como generador de energía**

La biomasa siempre ha estado relacionada con el desarrollo de la de la población en Canarias siendo la primera fuente de energía elemental que hubo en el archipiélago y principal causa de la deforestación de los bosques, que a lo largo de los años ha sido sustituida por los combustibles fósiles.

Los montes canarios almacenan una gran cantidad de energía en forma de biomasa, este hecho puede ser importante a pequeña escala, para el diseño de pequeñas plantas generadoras de energía con otros combustibles similares procedentes de actividades agrícolas, estas plantas podrían abastecer a zonas rurales que podrían tener un autoabastecimiento energético.

Por otro lado, todo el combustible que año tras año produce el monte canario en forma de ramas, pinocha etc.... si no es retirado puede ser fuente de incendios forestales.

El problema que presentan las Islas Canarias para lograr un impulso en este aprovechamiento es el asegurar el suministro a los centros consumidores o plantas de energía que para su mayor eficiencia deben funcionar en continuo, permitiéndoles disponer de un recurso con regularidad, calidad y a un coste aceptable. En el archipiélago canario además confluyen unas características topográficas singulares con una orografía muy abrupta que hace mayor la dificultad del aprovechamiento, encareciendo notablemente a éste.

## **5. Amenazas y retos de futuro de los montes canarios**

A día de hoy las grandes amenazas con las que se encuentran los bosques canarios son variadas, perturbaciones por intrusión de especies invasoras, incendios forestales provocados, presión antrópica, urbanización desmesurada, pérdida de suelos y erosión hídrica, descontrol en la gestión de herbívoros.

Las especies exóticas devienen en un síntoma de deterioro del medio ambiente, y nunca en una causa del mismo. Hay que aprender a convivir con ellas y destinar fondos a erradicar aquellas que verdaderamente supongan un impacto sobre la fauna y flora. Destinar fondos de forma impetuosa a control de exóticas solo provoca poner en peligro la financiación de las acciones que posteriormente sean necesarias.

La defensa del monte canario frente a incendios forestales debe ser un cometido compartido entre las administraciones y los propietarios particulares, recurrimos al conocido dicho de más vale prevenir que curar y efectivamente es mucho más barato disponer de una campaña antiincendios y de prevención que tener que destinar medios a la extinción de los mismos. Los incendios forestales están en proceso de cambio, están pasando de ser una emergencia puramente forestal a ser una emergencia de Protección Civil y en este caso, la prioridad queda definida por el orden: Personas - Bienes y animales - Masa forestal. Este hecho nos lleva a tratar la emergencia desde el punto de vista de una Gestión Integral del Incendio (Incendio Urbano + Incendio Forestal) en donde es importante defender las zonas urbanas pero, no menos importante es poder atajar el incendio forestal ya que a la larga, conseguirá volver a afectar a más zonas urbanas.

La relación entre los bosques y los recursos hídricos son muy patentes sobre todo en las islas occidentales, en relación a la recarga del acuífero mediante la precipitación horizontal y como elemento que sujeta y conserva el suelo. Perder cobertura arbórea supone perder recursos hídricos o parte de su regulación, por eso hay que proteger los bosques, creando áreas de protección por su efecto en los acuíferos insulares. Protegiendo nuestros bosques protegemos nuestros acuíferos en cantidad y calidad.

El monte ha dejado de ser un sector productivo, para convertirse en un espacio protegido, de uso fundamentalmente recreativo, cuya conservación tiene un coste para la Administración, esto puede tener en cierta manera un sentido negativo de consumo de recursos económicos cuando no es así, es más barato mantener conservados los montes que tenerlos sin ningún tipo de actuación.

La sociedad debe entender que Canarias se localizan ecosistemas frágiles y muy amenazados por los diversos factores comentados, además en un sistema insular con un territorio muy limitado debemos considerar al bosque como una oportunidad y una fuente de recursos económicos. En España la certificación forestal comenzó en 2002 con el sistema de PEFC. Un año después también FSC otorgó su primer certificado a la gestión sostenible y lo hizo precisamente en Canarias. La superficie de bosque y las empresas certificadas han ido aumentando desde entonces y la demanda de madera certificada sigue creciendo tanto a nivel nacional como mundial.

Los retos de futuro con respecto a nuestros montes es protegerlos y seguir manteniendo su frágil equilibrio, minimizando las actuales amenazas y las futuras. Podemos en cierta manera incrementar el patrimonio forestal y por ende los recursos forestales, económicos y turísticos asociados. Todo pasa por informar a la ciudadanía de la importancia de este recurso vital a nivel ambiental e invertir en el mediante la financiación de las infraestructuras y actuaciones necesarias para su protección y su conservación.

Por último, hay que destacar con perspectiva temporal el monte como elemento protector de las islas contra el cambio climático, la importancia que tiene la gestión forestal sobre el estado y el futuro de los bosques, así como sobre la preservación de éstos y de los beneficios que aportan a las personas. Se evidencia de manera clara en la discusión internacional en torno al cambio climático. Como claro ejemplo se puede afirmar que el bosque en Canarias – conjuntamente con el mar- también genera un efecto amortiguador sobre el cambio climático, tanto en temperaturas como en lluvias.



# La actividad forestal en Canarias

Isidoro Sánchez García

## 1. Introducción histórica

De los montes de Canarias se ocuparon en *Le Canarien* los fedatarios franceses Verrier y Boutier cuando, a principios del siglo XV, acompañaron a Jean de Betancourt y Gadifer de la Salle en la conquista de las Islas Canarias. De manera particular, comenzaron con los montes de la isla de El Hierro tanto de coníferas como de frondosas.

### 1.1. Siglo XV

Los conquistadores europeos llegaron al archipiélago por la isla de Lanzarote en 1402 y se ubicaron principalmente en los territorios insulares con agua y montes, es decir en los nortes de las islas altas. Al principio en El Hierro y La Gomera, de un lado, y más tarde en Gran Canaria, La Palma y Tenerife, de otro, noventa años después. El primer grupo insular, con alturas próximas a los 1.500 metros, y el segundo con altitudes superiores a los 2.000 metros. Los repartos del territorio canario crearon problemas al Adelantado Fernández de Lugo. Unas islas eran señoríos y otras realengas. La colonización alteró la simbiosis inicial entre la población aborigen y la naturaleza, ya que comenzaron los cultivos agrícolas y se roturaron muchos montes. Las maderas para consumo doméstico y las leñas para los ingenios azucareros impactaron en el medio natural, al igual que el ganado, y los bosques se resintieron

de tal manera hasta el punto que el Adelantado Fernández de Lugo se asustó del ritmo de la corta de árboles.

## **1.2. Siglos XVI-XVIII**

Más tarde, en el XVI, el ingeniero italiano Leonardo Torriani al conocer la isla de La Gomera escribió maravillas del estado de su salud forestal, y de manera especial acerca de los montes que miran al norte por los que corren ríos de agua.

El poeta y médico lagunero Antonio de Viana en el XVII, con el libro *Antigüedades de las islas Afortunadas*, dio a conocer los paisajes forestales más interesantes de las diversas islas y aparecen referencias al Teide en Tenerife y al Garoé en El Hierro.

De igual manera el abad francés Luis Feuillée, a principios del siglo XVIII, habló de los montes canarios que conoció en su visita a las islas de El Hierro y Tenerife. Don José Viera y Clavijo, autor del *Librito de la Doctrina Rural* y de los libros *Diccionario Natural de las islas Canarias* y de *Historia de Canarias*, se convirtió en excelente portavoz de las bondades e importancia de los montes canarios.

No obstante sería el naturalista prusiano Alejandro de Humboldt, cuando subió el 21 de junio de 1799 desde el mar atlántico hasta el Pico del Teide, quien describiera los pisos de vegetación de Canarias y dejara plasmado en su *Viaje a las regiones equinocciales del nuevo continente*. En la zona baja: euforbias y cardones, tabaibas y verodes; en la zona termófila crecen los dragos y las palmeras, sabinas, lentiscos y almácigos; y a medida que sube aparecen el monte verde y la laurisilva en la zona húmeda; más arriba, por encima de los 1.500 metros el pinar, para dar paso a la cota de los 2.000 metros a las retamas de la alta montaña; en el volcán, la violeta del Teide. Fue la primera lección de geobotánica. Por entonces ya existía la Real Sociedad Económica de Amigos del País de Tenerife, la RSEAPT, fruto de la Ilustración europea.

Posteriormente sería su amigo el geólogo alemán Leopoldo von Buch, acompañado por el botánico noruego Cristian Smith, que da nombre al pino canario, quienes sigan su periplo por algunas de las islas Canarias. Mientras el inglés Phillipe Web y el francés Sabin Berthelot escribieron, en esas primeras décadas del siglo XIX, la *Historia natural de las Islas Canarias*. Una auténtica enciclopedia, referente de la naturaleza de Canarias.

La irrupción del ganado en los montes y la demanda de carbón para los puertos canarios más importantes, Gran Canaria y Tenerife, aceleraron luego el proceso de destrucción de la masa arbórea de algunas islas.

### **1.3. Siglo XIX**

Con la Ley de Desamortización de Madoz en 1855 son noticia los montes canarios, así como la presencia de los guardas forestales y de los ingenieros de montes. La administración estatal intenta aplicar en Canarias la Desamortización y surgen las excepciones. Aparece en 1859 el Catálogo de Utilidad Pública, siendo Pablo Preber el ingeniero responsable de proteger los montes de Canarias. Mediante Ley de 24 de mayo de 1863 se aprobó la primera Ley de Montes que permite la clasificación de los montes públicos, y por Ley de 11 de julio de 1877 la de Mejora, Fomento y Repoblación Forestal de los montes públicos.

Mediante pública subasta en 1880 las empresas acuíferas de la conocida Dula (Heredamiento y Sindicato de Aguas) compran las dos grandes fincas que conforman el monte Cumbres de la Orotava. Ceden el suelo y el vuelo al pueblo de La Orotava y ellos se reservan el subsuelo para los aprovechamientos de aguas por parte del Heredamiento de Aguas de La Orotava junto con el Sindicato del Agua.

En 1894 se inscribe la posesión de la finca de las Cañadas a favor del Ayuntamiento de La Orotava y dos años más tarde la Corporación orotavense y los diputados de Tenerife se oponen en 1896 a la subasta del Teide al solicitar la exclusión de las Cañadas y el Teide del proceso desamortizador.

### **1.4. Siglo XX**

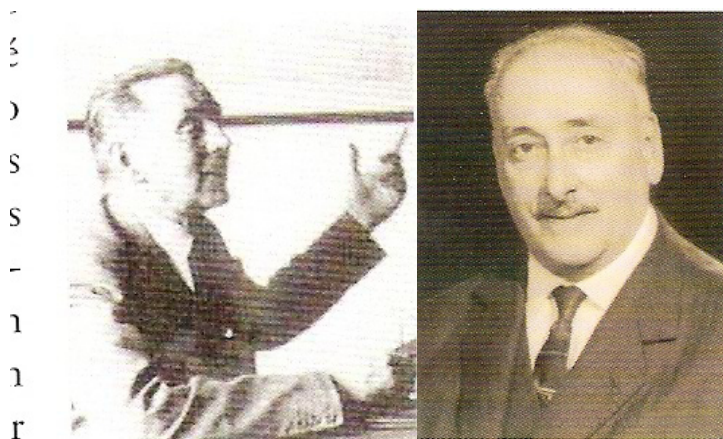
Tras la visita del rey Alfonso XIII a Canarias adquirió vigencia la Ley de creación de los Parques Nacionales en 1916 y su desarrollo por R.D. de 23 febrero de 1917. Ello sirvió de inspiración al concejal del Ayuntamiento de La Orotava Juan Acosta, para presentar una moción que es aprobada, solicitando del ingeniero jefe forestal de Canarias, Arturo Ballester, que en la lista de espacios naturales a proteger en Canarias y a elevar al ministerio de Fomento, se incluya al Teide como Parque Nacional. Complementó su acción política con otra moción dirigida a la repoblación forestal de los montes y cumbres del municipio orotavense. En el mismo sentido manifestó



su apoyo el Cabildo de Tenerife, por acciones políticas emprendidas por el consejero Fernando Franquet.

Por su parte el ingeniero de montes José Hidalgo, en Las Palmas de Gran Canaria, apoya la causa forestal del periodista Francisco González Díaz, que se conocería como el apóstol del Árbol. Es la época en que se aprueba el Día del Árbol.

El ingeniero de montes Leoncio Oramas, en plena República, año de 1934, reiteró desde el Distrito Forestal de Tenerife la declaración del Teide como Parque Nacional. Tras la Guerra Civil el presidente del Cabildo de Tenerife, Antonio Lecuona Hardisson, reitera en el mismo sentido ante la Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial, la declaración del Teide como Parque Nacional en 1944.



**Figura 2.1;** Luis Ceballos (izq.) y Leoncio Oramas (Archivo familiar.1953 y 1948)

Son los años de la primera mitad del siglo XX en que el valle de La Orotava se había hecho famoso por la presencia de naturalistas europeos como los miembros de la familia Wildpret y del ecólogo alemán Óscar Burchard, quienes se establecen en La Orotava; así como del botánico sueco Enrique Sventenius quien comienza a trabajar en el Jardín de Aclimatación de La Orotava situado en el Puerto de la Cruz. También por la edición de la revista *El Campo* de la mano del filántropo palmero Antonio Lugo y Massieu, afincado en La Orotava, y en la que colaboran destacados periodistas ambientalistas de Canarias como González Díaz, Francisco Dorta y el doctor Pérez Ventoso quienes se convertirán en unos adelantados de la causa forestal en Gran Canaria y Tenerife, respectivamente. Por su parte otro aristócrata canario, el orotavense Conde del Valle de Salazar, Esteban Salazar y Cologan, se incorpora a

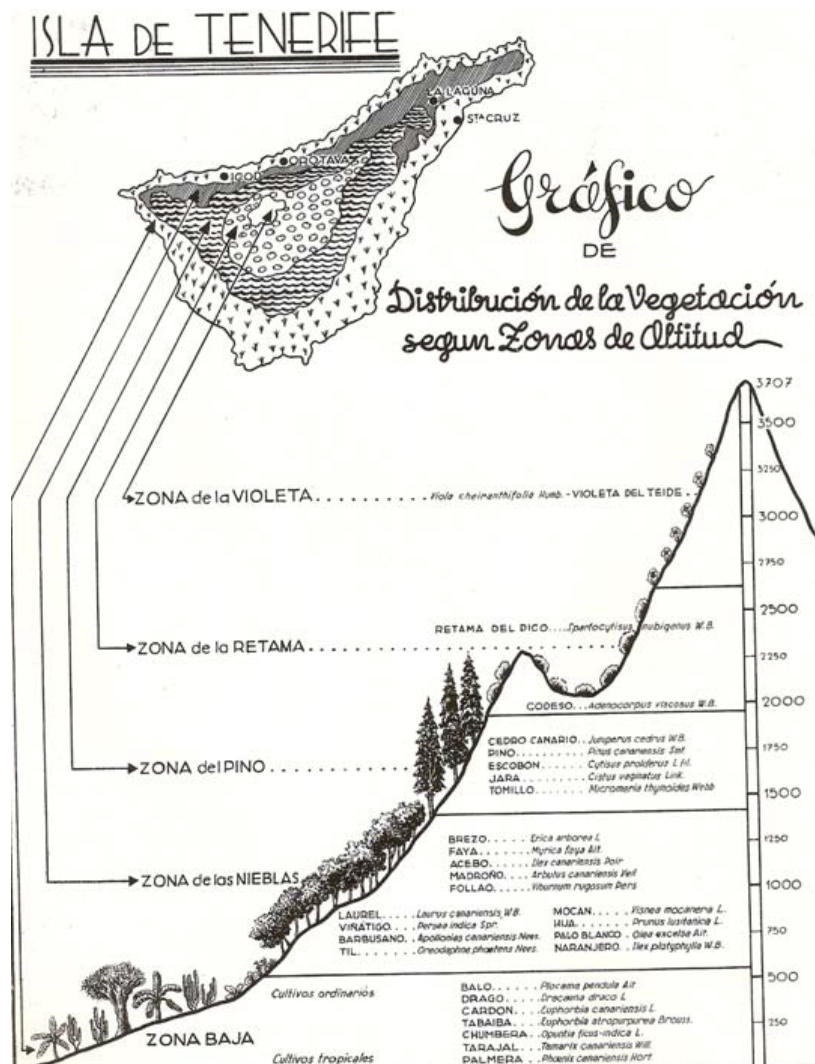
la historia del mecenazgo forestal. Su legado económico y financiero permitió la constitución en Madrid de un Patronato que lleva su nombre, en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, que facilita la divulgación de los asuntos forestales.

Los ingenieros de montes Luis Ceballos y Francisco Ortuño irrumpen en Canarias de la mano del Patrimonio Forestal del Estado (PFE), en 1945. El orotavense Rafael Machado Llerena, siendo consejero del Cabildo de Tenerife solicitó de la Administración del Estado la formalización de consorcios forestales orientados a la repoblación de los montes del valle de La Orotava. Primero en La Orotava (Mamio, Leres y Monteverde, de un lado, las Cumbres de La Orotava y las Cañadas, de otro) y luego en Los Realejos (Ladera y Zona Verde por una parte, y Cumbres del Realejo Alto por otra; también las fincas del Estado (Cumbres del Realejo Bajo, Cumbres de La Victoria, Orticosá y Chivisaya en Arafo, y Vilaflor). Como base jurídica la nueva Ley del Patrimonio Forestal del Estado (PFE), aprobada en 1941.



**Figura 2.2.;** Los ingenieros José Antonio Oramas, José Miguel González, Francisco Ortuño y el sobre guarda forestal Zósimo Hernández (De izquierda a derecha). (Archivo familia Zósimo Hernández. 1962)

En 1951 se editó por el Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias (IFIE) de Madrid el libro de Luís Ceballos y Francisco Ortuño titulado *Vegetación y Flora forestal de las Canarias Occidentales*. Tres años más tarde, en 1954, se aprueban los Decretos de creación de los parques nacionales del Teide, en Tenerife, y la Caldera de Taburiente, en La Palma.



**Figura 2.3;** Pisos de vegetación. De la Revista Montes (Nov.-Dic.1945). Diseño de los ingenieros de montes Luis Ceballos y Francisco Ortuño.

Antes de alcanzar el final de la década del año 60 se conoció la entrada en vigor de la Ley de Montes de 1957 que luego sería modificada en 2003 y en 2006. Igualmente la Ley 81/1968, de incendios forestales.

De esos años 60 se subraya la presencia en el Distrito Forestal de Tenerife de los ingenieros Leoncio Oramas, José Antonio Oramas, Marcos Peraza y José María Galeán; así como de los ingenieros técnicos Luis Lorenzo, Enrique Mira y José Antonio Barbero. Mientras que Juan Nogales gestionaba el Distrito Forestal en Las Palmas de Gran Canaria. Por parte del Patrimonio Forestal del Estado (PFE) trabajaban José Miguel González en Tenerife, Manuel Díaz Cruz en Gran Canaria y Andrés Ceballos en La Palma. Isidoro Sánchez se incorporó como ingeniero contratado en noviembre de 1966 por el PFE y fue destinado como director técnico forestal en el valle de La Orotava y en La Gomera.

Los servicios de Caza y Pesca y de Parques Nacionales eran gestionados por los dos departamentos forestales en función de los territorios administrados. El PFE en los montes consorciados y estatales, mientras que el resto recaía en manos del Distrito Forestal.



Figura 2.4; Fuente en la pista de acceso a la casa Forestal de Los Realejos (Bello Baeza I, 1967)

De esa época se recuerda el papel que desempeñaron, a la hora de producir planta para las repoblaciones, los viveros forestales de La Laguna y Aguamanasa, en La Orotava. Los pinos se cultivaron en canutos de cañas y luego en bolsas plásticas, más tarde en envases especiales de cartón importados de Finlandia, los paper-pot. Hay nombres que dejaron su impronta profesional en los citados viveros: don Tomás y Luis en La Laguna, y Balbino en Aguamansa. Del vivero de La Laguna mantengo el

recuerdo de las plantas de la laurisilva procedentes de los montes de Anaga que el ingeniero Leoncio Oramas le encargó cultivara el guarda don Tomás, hasta el punto que el til que le enviaron a Zósimo a la isla de El Hierro en el año 1948 para sustituir en Ventejís al legendario Garoé procedía de este vivero. En este sentido hay que recordar la noticia del envío a El Hierro de unos tiles procedentes de Moya (Gran Canaria) que había remitido anteriormente con la misma finalidad, en los años de la Guerra Civil, el ingeniero de caminos de ascendencia herreña Simón Benítez Padilla. Las circunstancias de la época provocó que se perdieran los pequeños tiles remitidos desde Gran Canaria pero el til de Leoncio Oramas tuvo mejor suerte en 1948 a pesar de ser el año de la seca. Años más tarde también se pusieron en marcha los viveros de El Cedro y Meriga en La Gomera para reproducir las especies de la laurisilva, así como el de San Sebastián para producir planta de sabinas y dragos. En El Hierro se utilizó primero el vivero de la vieja Casa Forestal -hoy Aula de la Naturaleza- en el monte del municipio de El Pinar, y luego el de Tanganasoga en el municipio de Frontera.

De la presencia del botánico sueco Sventenius en Canarias es significativo, además de la puesta en marcha del Jardín Botánico “Viera y Clavijo” en Gran Canaria, el informe que redactó en 1969 para el Cabildo de La Gomera acerca del estado de los montes de la isla colombina. Preparó un escrito en el que trató: (i).- La repoblación forestal, (ii).- Los aprovechamientos forestales, (iii).- Los incendios forestales, (iv).- La conservación de nuestras laurisilvas, (v).- El interés desde el punto de vista científico, (vi).- Su interés desde el ángulo turístico, (vii).- Su interés como origen de los caudales de agua, y (viii).- Las trochas o caminos forestales llamó la atención su escrito sobre la experiencia vivida con la lluvia horizontal bajo los brezos del camino de Las Carboneras, y el informe sirvió como documento base en el expediente de la declaración de Garajonay como Parque Nacional.

La constitución del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza (Icona) en la nueva estructura administrativa del Ministerio de Agricultura en España aprobada mediante Decreto Ley 17/1971, fue una iniciativa del ingeniero de montes Francisco de Ortuño. Supuso una fusión y una reestructuración de todos los organismos implicados en la gestión de la naturaleza. Ello permitió, que una vez obtenida la plaza de ingeniero de montes del citado Instituto, por oposición restringida, fuese destinado en 1972 a dirigir la gestión técnica de las islas de La Gomera y El Hierro así como del Parque Nacional del Teide. Juan Nogales es nombrado Inspector Regional del Icona en Canarias y José Miguel González pasa a dirigir el Icona como ingeniero jefe. Comienza en Canarias una nueva vida en el sector forestal y de la conservación de la naturaleza en general. La gestión era por Islas a excepción del Parque Nacional del Teide.





**Figura 2.5;** Recogida de rama y de pinocha. Monte de La Orotava (Bello Baeza I, 1980)



**Figura 2.6;** Casa Forestal de El Pinar. El Hierro (Bello Baeza I, 1967)

De igual manera arrancan los movimientos ecologistas en la sociedad canaria y hace su irrupción en Las Palmas de Gran Canaria ASCAN en 1972. Se notaba la mano del botánico alemán Günter Kunkel.

La presión de la Federación de Caza de la provincia tinerfeña liderada por Raimundo Rieu permitió la llegada en 1973, de muflones al Teide, primero, y de arruís a la Caldera de Taburiente después. Ese mismo año Gran Canaria conoce la celebración del I Congreso Internacional de flora macaronésica organizado por el Icona en colaboración con el Cabildo de Gran Canaria y el botánico Gunter Kunkel. Fue la oportunidad de dar a conocer las experiencias en la obtención de plantas de especies de la laurisilva, que se realizaban en los viveros de La Gomera para llevar a cabo reforestaciones en los montes de la isla colombina. En Tenerife surgen movimientos ecologistas como el MEVO, en el valle de La Orotava, y luego ATAN, a nivel de la isla. Paco Barreda y Carlos Silva junto a Eustaquio Villalba y Juan Pedro Hernández sobresalen en sus reivindicaciones ecologistas.

La presencia de Francisco Ortuño, director del Icona, en los EE.UU por el centenario de la declaración del Parque Nacional de Yellowstone y la renovación del acuerdo bilateral España-USA, incorporó la dimensión medioambiental y conservacionista al mismo, y posibilitó la presencia de técnicos españoles en los seminarios que organizaba la Universidad de Michigan sobre Parques Nacionales. La casa forestal de la Torre del Vinagre en la Sierra de Cazorla fue el escenario de las conversaciones entre españoles y norteamericanos para formalizar los condicionantes del nuevo Acuerdo Bilateral hispanoamericano, que además de la renovación de las bases de Rota y Zaragoza incorporó la conservación de la naturaleza y los aspectos históricos relacionados con los Parques Nacionales. A lo largo de los años se irían conociendo diversas actividades en las que participarían variados técnicos del Icona, ingenieros, biólogos y naturalistas.

Por esa razón viajó a los EE.UU. José Miguel González, el ingeniero jefe del Icona en Canarias, en el verano de 1974, y captó la esencia de la nueva savia conservacionista que posibilitó el inicio del expediente de declaración de los seis montes de Utilidad Pública de La Gomera como Parque Nacional.

De aquellas reuniones surgió también el nombramiento como director-conservador del Parque Nacional del Teide, de Isidoro Sánchez. Mientras se continuaba con la tramitación del expediente del Parque Nacional de Garajonay que en 1975 tiene que adecuarse a la nueva Ley de Espacios Naturales protegidos, cuya vigencia fue corta por la muerte del general Franco y la irrupción de una nueva etapa política en España. En este año 1975 fue importante noticia la reaparición del lagarto gigante

de Salmor que apareció en las Fugas de Gorreta, en la ladera del valle del Golfo, gracias a un pastor excepcional, Juan Machín, en una singular operación de recuperación en el mundo animal herreño. Los lagartos decomisados en el aeropuerto herreño fueron ubicados para su cría en cautividad en el viejo inmueble del ayuntamiento de Frontera.

El año de 1976 fue muy movido y conoce la reedición por el Cabildo de Tenerife del libro de Ceballos y Ortuño editado hacía veinticinco años sobre *Vegetación y Flora Forestal de las Canarias occidentales*. La propuesta nació del consejero insular, el profesor de la Universidad de La laguna (ULL) Wolfredo Wilpredt. También es un año de mucha actividad en el Instituto de Productos Naturales de la citada ULL, con el profesor Antonio González al frente, quien más tarde fue elegido Senador real. La flora canaria es apetecida por los investigadores universitarios destacando los químicos Melchor García y Ángel Gutiérrez, quien llegaría a conseguir la cátedra. En el mes de agosto, y una vez finalizada la olimpiada de Montreal, los técnicos forestales canarios viajan a Canadá, USA y México para participar en el seminario anual de Parques Nacionales que organizaba la universidad canadiense de Michigan. Resultó gratificante desde todos los puntos de vista. La diversidad, el tamaño y la riqueza paisajística de los Espacios Naturales de USA, sobre todo el Gran Cañón del Colorado, y Canadá, en particular Jasper, así como la riqueza arqueológica de México, especialmente de Teotihuacan, resultaron inolvidables, a modo de ejemplo se cita un bosque de secuoyas que está situado al norte de la ciudad de San Francisco, el Muir Woods. Es Monumento Nacional de los EE.UU. y una joya botánica y recreativa del oeste americano. Hoy día es famoso este bosque por su silencio, por la lucha que los técnicos forestales que lo han gestionado entablaron contra la intrusión de ruidos. De hecho sólo se escucha el borboteo del arroyo, el silbido de la brisa y el graznido de algún cuervo.

Años después, entre 1977 y 1978, y como derivada del acuerdo bilateral España-EE. UU, se hace efectiva la presencia de algunos técnicos norteamericanos del Servicio de Parques Nacionales (NPS) de los EE.UU. en Canarias. Ingenieros de montes, biólogos e historiadores visitan las islas de Tenerife y La Gomera. En particular el Parque Nacional del Teide y los montes de La Gomera, que estaban siendo objeto de estudio para su inclusión en el expediente de declaración como Parque Nacional.

La zona recreativa de La Caldera, en el monte público de La Orotava (Tenerife), fue el escenario, el 11 de julio de 1977, de la celebración oficial del centenario de la creación del Cuerpo de la Guardería Forestal. Se dieron cita los guardas forestales de las islas occidentales, así como los ingenieros Juan Nogales, José Antonio Oramas, José Miguel González, Marcos Peraza, José María Galeán e Isidoro Sánchez además



del alcalde de la Villa orotavense Juan Antonio Jiménez e ingenieros técnicos forestales como Luis Lorenzo, Enrique Mira, y José Antonio Barbero. También ingenieros agrónomos de la Delegación de Agricultura, entre ellos Felipe Miralles. Hubo reconocimientos oficiales a muchos de los agentes forestales. Tampoco faltaron oficios religiosos, ya que el recordado Padre Antonio Hernández, recién llegado de El Hierro donde había cuidado los lagartos gigantes decomisados a un herpetólogo alemán en mayo de 1975, celebró misa católica.



**Figura 2.7;** Centenario del Cuerpo de Guardas Forestales en la zona recreativa de La Caldera, monte de La Orotava (Bello Baeza I, 1977)

Los ingenieros de montes, los técnicos forestales, junto al alcalde de La Orotava, acompañaron a los agentes forestales en servicio y a dos veteranos jubilados: Golmar y Cabrera. Asimismo las esposas de los guardas forestales y de los técnicos de montes. Del acto se encargó de plasmarlo el ínclito fotógrafo portuense Imeldo Bello Baeza, presidente de la Peña Baeza, quien más tarde donaría al Icona toda su colección de fotografías relacionadas con la naturaleza, y que fue entregada al archivo oficial del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza sito en La Laguna y que posteriormente fue trasladada al Archivo Histórico Provincial de Santa Cruz de Tenerife.

La ciudad indonesia de Bali fue la sede en 1978 del Congreso Forestal Mundial. Allí fueron también técnicos forestales canarios, para participar una vez más en una actividad forestal internacional se tuvo la oportunidad de presentar una comunicación sobre el Plan de Conservación de suelos que se realizaba en la isla de El Hierro. Las plantaciones de tagasastes y tederas en el Nisdafe herreño fueron comentadas por sus diversas funciones sociales y ecológicas. Por ser pasto excelente del ganado y en consecuencia de los quesos herreños; por fijar el suelo de estas tierras de medianías, por contribuir al paisaje insular y a la biodiversidad canaria, así como a la captación del agua atmosférica que los vientos alisios depositaban en las ramas de de estas plantas forrajeras.

Antes de la llegada del invierno de 1978 se aprobó la Constitución española y marcó un hito en la historia de la conservación de la naturaleza en todo el Estado. El derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo se la persona así como el deber de conservarlo fue recogido en el artículo 45.1 de la misma. El apartado 2 del citado artículo señaló que los poderes públicos velarán por la utilización racional de todos los recursos naturales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de la vida y defender y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva.

Por entonces ya el guarda forestal Pedro González se había implicado en la recolección de setas por el monte estatal Cumbres del Realejos Bajo, adonde acudían también expertos alemanes y catalanes, así como biólogos y profesores de la Universidad de La Laguna (ULL), entre los que destacaron Ángel Bañares y Esperanza Beltrán quienes llegaron a montar exposiciones micológicas en el centro universitario canario.

La irrupción de la democracia en España permite que el ingeniero de montes Isidoro Sánchez participe en la vida política de las islas Canarias y salga electo en 1979 como concejal del Ayuntamiento de La Orotava, y su hermano Francisco como Alcalde. Es la época de las reivindicaciones del Teide y sus cañadas, así como de las reclasificaciones de los Parques Nacionales, entre otros del Teide, mayoritariamente propiedad del Ayuntamiento de La Orotava; asimismo de la creación del Parque Nacional de Garajonay en la isla de La Gomera, aglutinando en una superficie de casi cuatro mil hectáreas los seis montes de Utilidad Pública titularidad de los ayuntamientos gomeros: San Sebastián, Hermigua, Agulo, Vallehermoso, Valle Gran Rey y Alajeró.

En la primavera de 1981, también el ingeniero Isidoro Sánchez participó en el Programa de Parques nacionales gemelos entre España y USA. Viajó al archipiélago de

Hawái para conocer la realidad del sistema de Parques Nacionales de los EEUU y los más destacados Espacios Naturales Protegidos (ENP) de Hawaii, con el Hale Ha Kala, la caldera del Kilauea y los volcanes de Mauna Loa y Mauna Kea como protagonistas de la gira insular por el océano Pacífico, donde no faltó el análisis de las relaciones entre Turismo y Naturaleza, ni la problemática de las especies invasoras. De regreso al continente americano visita Seattle y Colorado para conocer la organización administrativa del Servicio de Parques Nacionales (NPS) del oeste americano incluido el archipiélago de Hawái, y el centro de cartografía de los EE.UU., respectivamente.

A finales de 1981, el ingeniero jefe del Icona de Canarias José Miguel González es nombrado Director General del citado Instituto. Es la etapa final de la UCD en España y en mayo de 1982 se formalizó un convenio específico entre el Ayuntamiento de La Orotava y el Icona, en materia de compensaciones económicas por el asunto del Parque Nacional del Teide, que dio paso al Real Decreto 1105/1982, en el que se definió y reconoció las zonas de influencia socioeconómica de los Parques Nacionales y de otros espacios singulares, a nivel de Estado.

En la primavera de 1982, con ocasión del Día Forestal Mundial se publicó en el periódico *El Día* un artículo sobre *Bosque y agua en la isla de El Hierro* con ilustraciones fotográficas de Imeldo Bello Baeza. Con ocasión de la festividad de San Francisco de Asís, 4 de octubre, se convocó un concurso de periodismo forestal a nivel nacional y el ingeniero Isidoro Sánchez obtuvo el galardón por el citado artículo periodístico. Era una divulgación de la recreación del fenómeno del árbol legendario del Garoé realizada en las cumbres de la isla de El Hierro por el equipo técnico del Icona, con Zósimo a la cabeza. El premio le permitió asistir al congreso mundial de Parques Nacionales celebrado en Bali (Indonesia).

Mediante la Ley orgánica 10/1982, de 10 de agosto, se aprueba el Estatuto de Autonomía de Canarias en el que se señalan las competencias de la Comunidad Autónoma de Canarias y aparecen entre ellas los montes, su ordenación y fomento, servicios forestales, vías pecuarias y pastos; también la protección del medio ambiente y luego los espacios naturales protegidos. Se inician las transferencias del Estado a la Comunidad Autónoma de Canarias, en materia de conservación de la naturaleza mediante RD 1614/85, con desglose de los medios humanos, materiales y económicos. Luego en 1996 se conocería otra Ley orgánica 4/1996, de 30 de diciembre que modificó el Estatuto de Autonomía de 1982. Se incorpora la defensa y la protección de la naturaleza y del medio ambiente entre los principios rectores de los poderes públicos, y se define con claridad las competencias exclusivas en espacios naturales

protegidos, el desarrollo legislativo y la ejecución en montes y protección del medio ambiente.

El Congreso Mundial de Parques Nacionales de 1982 se celebró en Bali. El desarrollo sostenible hace acto de presencia y tiene lugar un reconocimiento internacional a los técnicos de Parques de Venezuela por su labor de rescate de los Espacios Naturales Protegidos, en particular del Parque Nacional de Morrocoy en la costa venezolana. A partir de entonces surge una tremenda empatía entre técnicos forestales y biólogos del mundo iberoamericano

El año de 1986 estuvo repleto de novedades políticas y técnicas ya que además de la aprobación de la Ley territorial canaria 8/1986, del régimen jurídico de la administración pública canaria, en la que se fijaron las competencias en protección del medio ambiente y de los espacios naturales, se produjo la firma de la Adhesión del reino de España a las Comunidades Europeas con los compromisos que ello conllevó en todos los órdenes. La Comunidad Autónoma de Canarias se adhirió de manera singular pero años más tarde, en 1991, tuvo que adaptarse a la realidad socioeconómica de sus sectores productivos principalmente la agricultura de exportación. A finales de noviembre de 1986 se conoció la inclusión del Parque Nacional de Garajonay en la lista de Bienes Naturales del Patrimonio Mundial por parte de la Unesco.

En estas décadas de actividad forestal 1966-1986 no se puede obviar la contribución de figuras significativas en la intrahistoria personal del autor de este capítulo, relacionadas con el mundo de la conservación de la naturaleza en el archipiélago de Canarias. Además de ingenieros y técnicos de montes que nos acompañaron en las tareas forestales tanto en el Distrito Forestal como en el PFE y en el Icona, quisiera dejar constancia en las memorias profesionales de la presencia de personajes determinantes como los biólogos Wolfredo Wildpret, Günter Kunkel, Antonio Machado, Ángel Bañares y Jorge Bonnet; botánicos como Sventenius, Pedro Luis Pérez de Paz, Arnoldo Santos y Barquín; zoólogos como Manuel Morales, Pedro Oromí y Juan José Bacallado; geólogos como Telesforo Bravo, Juan Carlos Carracedo y Juan Coello; geógrafos como Leoncio Afonso, Eduardo Martínez de Pisón, Wladimiro Rodríguez Brito, María Eugenia Arozarena y Eustaquio Villalba; historiadores como Tomás Méndez y Nicolás González Lemus; arqueólogos como Luis Diego Cuscoy, Antonio Tejera Gaspar y Matilde Arnay; naturalistas como los Amigos de las Cañadas, Efraín, Enrique Talg (el promotor de los senderos del valle), el Dr. Luis Espinosa, el poeta José Javier Hernández y el naturalista inglés Ked Emmerson; pintores como Martín González, Francisco Bonnín y Gonzalo González; fotógrafos como Imeldo Bello Baeza y Efraín Pintos; montañeros como Cesáreo Tejedor, los miembros de la Peña Baeza y de la Peña Orotava; ingenieros como Francisco Rodríguez; grupos

ecologistas como ASCAN, el MEVO y ATAN; ecologistas como Carlos Silva; escritores como Francisco González Díaz, Antonio Lugo, Francisco Dorta, Dulce María Loy-naz, Pedro García Cabrera, Gilberto Alemán, Vicente Jordán y José Manuel Moreno; astrofísicos como los del IAC liderados por Francisco Sánchez Martínez; vulcanó-logos del CSIC y del ITER; guardas forestales como don Tomás (Vivero La Laguna), Félix Barroso ( PFE de Tenerife), Pedro González (Casa Forestal Los Realejos), León Sosa (La Gomera), Zósimo Hernández (El Hierro), Emilio Fariña (la Orotava), San-tiago Rodríguez y Tomás Rodríguez (Valle de La Orotava y las Cañadas), y Benito Fraga (Adeje); y mujeres como Rosa, la de Pedro, en la Casa Forestal de Los Realejos, y como Margarita, la de Zósimo en El Hierro. Finalmente dos personajes singulares como el pastor Juan Évora, en Boca de Tauce (P.N. del Teide), y el agricultor Tadeo Casañas, en la isla de El Hierro.

Se incorporan al mundo forestal de las islas, en la recta final de la década del año 1980, técnicos como los ingenieros de montes Manuel Pallarés, que estaba en ex-cedencia, Lorenzo Aguilera, Miguel Castroviejo, Manuel Durban, Ángel Fernández y Ángel Palomares, quienes se dedican de manera significativa a la gestión de los Parques Nacionales de Canarias. De inolvidable recuerdo el ingeniero técnico fo-renal Alfonso Ors, quien estuvo durante algunos años en las tareas profesionales tanto en la isla de La Gomera como en El Hierro. Una vez que se llevaron a cabo las transferencias en materia forestal del Estado a la Comunidad Autónoma, irrumpen en Canarias ingenieros de montes como Víctor Pérez y Manuel Torres que se incor-poraron a la Administración autonómica en el ámbito medioambiental. Ambos se dedicaron también a la vida política y ocupan cargos notables en los gobiernos de la isla de Tenerife y de la Comunidad, respectivamente. Al igual que le sucedió al veterano ingeniero de montes Gabino Jiménez, inmerso en cuerpo y alma en la em-presa privada, que llegó a ocupar la consejería de Obras Públicas de Canarias en una etapa del gobierno autonómico presidido por Manuel Hermoso. En la consejería de Agricultura trabajaban los compañeros ingenieros de montes Julio Fernández Truji-llo y Humberto Domínguez. Siempre recuerdo sus ofrecimientos a colaborar con el Icona cuando los incendios forestales de los años 80, sobre todo en el de septiem-bre de 1983 en el norte de Tenerife, cuando aún no se conocían los hidroaviones ni los helicópteros en la lucha contra los incendios forestales. La tristeza embargó a la sociedad canaria un año después, cuando el 11 de septiembre de 1984 un incendio forestal producido en la zona periférica del Parque Nacional de Garajonay acabó en el Roque de Agando con la vida de 20 personas, entre ellas el gobernador civil de la provincia Francisco Afonso, quienes dieron su vida por la causa forestal.

A partir de 1987 se produce una inmersión total del ingeniero de montes Isidoro Sánchez en la política canaria, española y europea. Es elegido diputado al Parlamen-

to de Canarias y designado Senador por la Comunidad Autónoma. Más tarde participa en las elecciones al Parlamento Europeo y es electo en diferentes legislaturas en las que participa a tiempo parcial. Finalizó su periodo político en la primavera de 2003. Se incorpora a la administración del Estado pero ya había sido transferido al ministerio de Medio Ambiente. Se jubila anticipadamente y se retira al valle de La Orotava. Promueve y es vicepresidente de dos asociaciones culturales canarias: Sociedad para la Promoción Cultural de Canarias en Europa y de la Asociación Cultural Humboldt. Sigue siendo miembro de la Comisión Mixta de Gestión Estado-C.A. de Canarias hasta su disolución en 2009. Comienza a escribir libros sobre el Teide, La Gomera y El Hierro, así como a promocionar el Teide y el Silbo Gomero como Patrimonios Mundiales en sus diferentes categorías, y en varios países americanos como los EE.UU y Cuba. Aprovechó la oportunidad para divulgar también el fenómeno del árbol Garoé presentando su libro y proyectando su película documental: *De Ventejís a Tajusara*, sobre las experiencias herreñas de la leyenda viva del árbol fuente de la isla de El Hierro, el árbol santo de los aborígenes bimbaches.

Por su parte el ingeniero de montes José Miguel González también se dedicó de pleno a la política canaria y es electo diputado del Parlamento de Canarias desde 1987 y es nombrado consejero de Economía y Hacienda del Gobierno de Canarias en varias legislaturas. Formó parte con Isidoro Sánchez, de la Comisión Mixta de Gestión de los Parques Nacionales en Canarias, como representantes de la Comunidad Autónoma. Tras sus jubilaciones ambos ingenieros recibieron un reconocimiento particular en la Casa Forestal de Los Realejos, de los profesionales que trabajaron con ellos en sus etapas forestales. Ambos fueron reconocidos por el Colegio y la Asociación de Ingenieros de Montes por su actividad en la política. Actualmente ambos ingenieros, jubilados de la función pública, comparten tareas en el mundo de la Universidad de La Laguna. José Miguel González como presidente del Consejo Social e Isidoro Sánchez como presidente de la Fundación para el desarrollo de la citada Universidad.

A partir de 1989 se producen variaciones importantes en el marco legislativo de la conservación de la naturaleza, de las especies animales y vegetales y en los espacios naturales. De ahí la aprobación de la Ley 4/89, de conservación de los espacios naturales y de la flora y fauna, conocida de manera coloquial como la de Espacios y Especies.

Un año más tarde, en 1990, y mediante la Ley territorial canaria 14/1990, se modificó la Ley 8/86, y posteriormente, en 1996, vuelve a modificarse parcialmente mediante la Ley 4/96.

Aprovechando su presencia en el Parlamento Europeo, el ingeniero Sánchez presentó en 1995 el libro *Los Bosques de Europa*, redactado por el equipo técnico del ingeniero griego Ángel Angelidis, funcionario de la comisión de agricultura, bosques, pesca y desarrollo rural del PE. Lo llevó a cabo en distintos foros geográficos: Tenerife, Universidad de La Habana, Guyana francesa y Estrasburgo, coincidiendo en este último caso con la presencia de una delegación de las Islas Canarias en la que viajaba el sobreguarda forestal de la isla de El Hierro, Zósimo Hernández.

Nuevas caras de ingenieros de montes se van viendo en las esferas de las administraciones canarias como Buenaventura Machado y Humberto Gutiérrez, quien llegó a ser decano del colegio de ingenieros de montes donde realizó una labor divulgativa interesante acerca de la protección del medio ambiente y la conservación de la naturaleza, en los medios de comunicación de la isla de Tenerife.

Mediante Decreto 161/1997, de 11 de julio, se produce la delegación de funciones de la Administración de la Comunidad Autónoma de Canarias a los Cabildo Insulares en materia de servicios forestales, protección del medio ambiente y la conservación de los Espacios Naturales Protegidos. De este Decreto destacan los artículos 2.1 y 3 que señalan textualmente:

*Art. 2.1.-El ejercicio de las competencias que se delegan a los Cabildos Insulares se llevará a cabo en el marco de la planificación que establezca la Administración de la Comunidad Autónoma, al mismo tiempo que, entre otras, prevé como competencia delegada la administración y gestión de los montes públicos ejerciendo las funciones que la Ley de Montes asigna a la Administración forestal.*

*Art. 3.- Las competencias de ordenación normativa, tanto de iniciativa legislativa como reglamentaria y de planificación respecto de las funciones señaladas en el artículo anterior, se reservarán a la Administración de la CA de Canarias.*

Los parques nacionales serían actualidad por esos años, ya que mediante la Ley 41/97, se modifica la Ley 4/89 de espacios y especies, y se introduce la figura de Plan Director como instrumento básico de ordenación de la Red de Parques nacionales. Un año después en 1998 se aprueba mediante Real Decreto 1760/98 la composición y el funcionamiento del Consejo de la Red de Parques Nacionales y surgen las Comisiones Mixtas y los nuevos Patronatos. Finalmente en 1999, por Real Decreto 1803/99 se aprueba la figura del Plan Director de la Red de Parques Nacionales.



### 1.5. Siglo XXI

El siglo XXI irrumpe con fuerza jurídica y en el año 2000 se conoce el Decreto legislativo 1/2000 por el que se aprueba el Texto refundido de las leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y Espacios Naturales Protegidos de Canarias. Tres años más tarde, en 2003, irrumpe la Ley 19/2003, de 14 de abril, por la que se aprueban las Directrices de Ordenación General y las Directrices de Ordenación del Turismo de Canarias. Entre las Directrices de Ordenación General destacan, para el caso de los montes:

#### NORMATIVA

Título II.- Recursos naturales:

Capítulo II: Biodiversidad. De la directriz 7 a la directriz 19

Capítulo V: Recursos Forestales. Directriz 33. Criterios

Título IV: Ordenación Territorial

Directriz 60.- Espacios naturales protegidos

Directriz 61. Repoblación y reforestación

#### MEMORIA

3. Determinaciones

3.2 Recursos naturales

3.2.1. Biodiversidad

3.2.4. Recursos forestales

A lo largo de los últimos cuarenta años se han venido realizando diferentes inventarios forestales. Primero fue en 1972 (I), luego en 1992 (II) y por último en 2002 (III). Las cifras se ofrecen por provincia ya que la de Santa Cruz de Tenerife comprende las islas de Tenerife, La Palma La Gomera y El Hierro mientras que la de Las Palmas incluye las islas de Gran Canaria, Lanzarote y Fuerteventura.

**Tabla 2.1;** Cuadro de los inventarios I, II y III (Sánchez García I. 2011):

	(I)	(II)	(III)
S/C de Tenerife	83.185 has.	87.336 has.	112.451 has.
Las Palmas	-	17.578 has.	21.640 has.
Canarias	83.185 has.	104.914 has.	134.091 has.



Los montes canarios arbolados se reparten entre coníferas y frondosas. En las primeras, los pinos canarios principalmente y algo de pino insigne, mientras que en las frondosas se incluye el monteverde y la laurisilva.

De los datos de la provincia de Santa Cruz de Tenerife hay que decir que en el I inventario de 1972 las 83.185 has. se repartían entre un 75 % de coníferas, es decir 62.075 has, y un 25 % de frondosas, o sea unas 21.110 has. Es una proporción que se ha venido manteniendo a lo largo de los años.

Los montes de coníferas destacaban en las islas de Tenerife (Corona Forestal), La Palma (Caldera de Taburiente), El Hierro (Reserva de la Biosfera) y Gran Canaria (Ojeda e Inagua) mientras que los de frondosas caracterizaban las islas de Tenerife (Anaga y Teno), La Palma (Reserva de la Biosfera), La Gomera (Parque Nacional de Garajonay) y El Hierro, ocupando las franjas septentrionales de las mismas con una presencia significativa histórica en la selva de Doramas en Gran Canaria, en los Tiles de Moya.

## **2. El Plan Forestal de Canarias**

El BOC nº 117 de 31 de agosto de 1999, publica un anuncio de la Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias, por el que se hace público el Acuerdo, adoptado el 25 de mayo del mismo año, por el que se aprueba el Plan Forestal de Canarias. Contiene un marco de planificación, un diagnóstico de la situación forestal en las islas del archipiélago y los programas de actuación. Estima conveniente fijar 28 años como plazo de aplicación y vigencia estructurándose en cuatro planes de desarrollo de 7 años de duración cada uno, comenzando por el período 2000-2006. Además de los objetivos de conservación y mejora de las masas forestales, contempla objetivos jurídico-administrativos tales como el establecimiento de un marco normativo forestal moderno de carácter social como el refuerzo de la vinculación entre la población rural y el monte a través del empleo rural y la generación de rentas para los habitantes de las áreas forestales, estableciendo un sistema de gestión multifuncional, capaz de compatibilizar la función ecológica, económica y social de nuestro territorio forestal. Quizás por ello, en 2006 tiene lugar en la *isla bonita* una reunión forestal macaronésica de la que surgió la <<Declaración de La Palma> donde englobaron a los archipiélagos de Madeira, Azores y Canarias. Se notaba la presencia de una nueva generación de jóvenes profesionales al sector forestal.

### **3. Ley de Montes**

A principios del siglo XXI los montes, a nivel de Estado, conocen de una nueva Ley que modifica la longeva norma española de la Ley de Montes de 1957. Primero en 2003 y luego en 2006, debido a diversas circunstancias políticas. Resaltaríamos en la vigente Ley de Montes de 2006 los principios, la función social y los conceptos, así como el artículo 57 que trata de la formación y educación forestal. Entre las disposiciones adicionales subrayo las que hacen referencia al uso energético de la biomasa forestal residual, a las administraciones públicas competentes como es el caso de los Cabildos Insulares de Canarias, con competencias en materia forestal reconocidas en la normativa autonómica, así como al cambio climático. En las disposiciones finales sobresale la 1ª, que modificó la Ley de espacios y especies, en lo referente a la Red Ecológica Europea Natura 2000 de la que formarían parte las denominadas zonas especiales de conservación (ZEC) y las zonas de especial protección para las aves (ZEPAS).

Por otro lado el año 2007 conoció la aprobación de la Ley 5/2007, de la Red de Parques Nacionales, la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, así como la Ley 45/2007, para el desarrollo sostenible del medio rural. En ninguna de ellas faltó la dimensión forestal. A nivel internacional destacaré el reconocimiento del Parque Nacional del Teide, como Bien Natural del Patrimonio Mundial, y dos años más tarde el del Silbo gomero como Patrimonio Oral e Intangible del Patrimonio de la Humanidad.

### **4. Noticias forestales destacadas**

Como noticias más destacadas en los albores del siglo XXI nos encontramos:

- 1º.- El Tribunal Constitucional en 2004 declara la competencia de las Comunidades Autónomas para gestionar los parques nacionales.
- 2º.- En 2006 con la Declaración Forestal Macaronésica de La Palma.
- 3º.- Los grandes incendios forestales del 2007: Gran Canaria y el norte de Tenerife.
- 4º.- En junio de 2007 el Parque Nacional del Teide es incluido en la lista de Bienes Naturales del Patrimonio Mundial.

- 5º.- Entre 2008 y 2010, la exposición de La Caixa titulada *El Monte Canario. Algo más que madera* recorrió las distintas islas del archipiélago de Canarias. El comisario de la misma fue el ingeniero de montes Isidoro Sánchez.
- 6º.- La Comunidad Autónoma de Canarias asume en 2009 la transferencia de las competencias referidas a los parques nacionales del Teide, Taburiente, Timanfaya y Garajonay.
- 7º.- Mediante la Ley territorial 4/2010, se aprueba el Catálogo canario de especies protegidas.
- 8º.- Se proyecta por parte de la Comunidad Autónoma de Canarias la delegación de las competencias de los parques nacionales a los Cabildos Insulares.
- 9º.- Se crea mediante Decreto 70/2011, de 11 de marzo, la Red Canaria de Parques Nacionales.
- 10º.- El Doctor Ingeniero de Montes y profesor de la Universidad de la Laguna, Juan Carlos Santamarta Cereza, es a partir del año 2011, Decano del Colegio de Ingenieros de Montes en Canarias quedando como vicedecano provincial el también Doctor Ingeniero de Montes Jorge Naranjo Borges, mientras que el ingeniero y consejero del Cabildo Insular de Tenerife, Manuel Torres, es electo diputado del Congreso por la provincia tinerfeña en las elecciones del 20 de noviembre de 2011.
- 11º.- En noviembre de 2011 el Parque Nacional de Garajonay celebra 25 años de su declaración como Bien Natural del Patrimonio Mundial.
- 12º.- El ingeniero de Montes, Miguel Angel Morcuende, es nombrado Director Insular del Estado en la isla de La Palma.

## 5. Libros

En la primera década del siglo XXI se publican varios libros interesantes sobre asuntos forestales. El primero de ellos se editó en 2006 por Grafcan, una empresa pública del gobierno de Canarias, y trata del *Mapa de Vegetación de las Islas Canarias*. Es la primera publicación multimedia que se realiza sobre la vegetación actual y potencial del archipiélago canario. Contiene un trabajo multidisciplinar en el que

participaron investigadores varios, la mayoría profesores de la Universidad de La Laguna, algunos becarios y varios colaboradores entre ellos el ingeniero forestal Ángel Fernández, director del Parque Nacional de Garajonay.

Recientemente fue producido por el ingeniero Isidoro Sánchez un documental sobre la recreación del fenómeno del Garoé que lleva por título *De Ventejís a Taju-sara*, y se llevó a la exposición internacional del agua celebrada en Zaragoza en 2008. En 2010 el Cabildo herreño diseñó y ejecutó, a propuesta de Andrés, agente forestal, la Ruta del Agua, de unos 16 kms. de recorrido tomando como referencia la ubicación del árbol Garoé y el libro de Isidoro Sánchez titulado GAROE, escrito sobre la isla de El Hierro en homenaje al sobreguarda forestal Zósimo Hernández y su esposa Margarita Cabrera. Curiosamente en la primavera de 2011 saltó la noticia mediática del riesgo físico que corría el nuevo Garoé, por un presunto ataque de hormigas argentinas que habían alcanzado los montes de la isla de El Hierro. Afortunadamente todo quedó aclarado y el riesgo se disipó.

Otro libro a resaltar se titula *Los Bosques Termófilos de Canarias* y fue editado en 2008 por María de los Ángeles Llaría López y José Alberto Delgado Bello bajo la dirección científica de José María Fernández Palacios y la coordinación de Cristóbal Rodríguez Piñeiro. Los autores forman parte del grupo de investigación de Ecología y Biogeografía insular de la ULL, y del área de medio ambiente del Cabildo Insular de Tenerife. Contó con la financiación de la Unión Europea, Cabildo de Tenerife y la Universidad de La Laguna en el marco del proyecto LIFE Naturaleza: “Restauración de los bosques de *Juniperus* spp. en Tenerife”.

No menos importante es el libro editado por Turquesa Ediciones acerca del Parque Nacional de Garajonay, la selva de La Gomera, como lo califica uno de sus autores, el compañero forestal Ángel Fernández. A otro nivel, por sus contenidos, libros sobre El Teide, La Gomera y la isla de El Hierro incluido el árbol Garoé.

Tal como lo he venido contando en los últimos años entiendo que las etapas recorridas por los montes en Canarias, podemos resumirlas por décadas, en las que ha prevalecido diferentes facetas relacionadas con los recursos naturales:

- Década de los 40.- Carbón y leñas
- Década de los 50.- Pinocha
- Década de los 60.- Agua
- Década de los 70.- Madera
- Década de los 80.- Recreativa y conservacionista

- Década de los 90.- La sostenibilidad
- Décadas del Siglo XXI.
- Nuevo orden internacional caracterizado por:
  - Las amenazas del terrorismo
  - Las catástrofes naturales: huracanes y terremotos, tsunamis y erupciones volcánicas, incendios forestales y sequías
  - Las migraciones ambientales desde África
  - El reto del cambio climático

### **Bibliografía consultada y referencias**

- BERTHELOT S. y WEB P. *Historie Naturelle des Îles Canaries*. Paris. Bethúne Editeur. 1839.
- CASALS COSTA V. Los ingenieros de montes en la España contemporánea (1848-1936). Ediciones del Serbal. 1996
- CEBALLOS L. y ORTUÑO F. *Síntesis del paisaje tinerfeño*. Revista Montes nº 6. pág. 377-386. 1945
- Vegetación y Flora Forestal de las Canarias Occidentales. IFIE. Madrid. 1951
- CEBALLOS L. *Macaronesia*. Escuela Especial de Ingenieros de Montes. Madrid. 1953
- DEL ARCO MARCELINO J. et alt. 2006. *Mapa de Vegetación de Canarias*. Grafcan. Santa Cruz de Tenerife.
- DE VIANA A. *Antigüedades de las Islas Afortunadas*. Biblioteca Básica Canaria. Islas Canarias. 1991.
- FERNÁNDEZ A. y MORENO J.M. Parque Nacional de Garajonay. La selva de Canarias. Turquesa Ediciones. 2004
- GONZÁLEZ LEMUS N. y SÁNCHEZ GARCÍA I. *El Teide, de mito geográfico a Parque Nacional*. Nivaria Ediciones. 2004
- FERNÁNDEZ PALACIOS J.M et alt. eds. 2008. *Los Bosques Termófilos de Canarias*. Proyecto LIFE 04/NAT/ES/000064. Excmo. Cabildo Insular de Tenerife. Santa Cruz de Tenerife. 192 pp.+Glosario y Referencias.
- HUMBOLDT A. *Viaje a las regiones equinocciales del nuevo continente*. Biblioteca Venezolana de Cultura. Venezuela. 1942
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. *Clasificación General de los Montes Públicos. 1859*. ICONA.1990
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. *INVENTARIO FORESTAL NACIONAL. SANTA CRUZ DE TENERIFE. AÑO 1973*. Subdirección General de Protección de la Naturaleza. Sección de Inventario y mapas.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO. Archivo Biodiversidad. Dirección General del Medio natural y Política Forestal. 2011
- PÉREZ DE PAZ. P.L. y otros. Parque Nacional de Garajonay. Patrimonio Mundial. ICONA. 1990
- RODRIGUEZ L. Los árboles históricos y tradicionales de Canarias. Tipografía NIVARIA. Tenerife. 1946
- SÁNCHEZ I. Ipalan, Mulagua, Agana y Orone: Periplo gomero. Ediciones Eya. Tenerife. 1978
- DON ESTEBAN SALAZAR Y CÓLOGAN. *Conde del Valle de Salazar*. Fundación del Conde del Valle de Salazar. Madrid. 1988
- SÁNCHEZ I. *Garoe*. Cabildo de El Hierro. 2007
- SUAY RINCÓN J. y DOMÍNGUEZ VILA A. Legislación urbanística, territorial y de medio ambiente de Canarias. Tirant lo Blanch. Valencia 2005
- VIERA Y CLAVIJO J. Diccionario de Historia Natural de las Islas Canarias. Nivaria Ediciones. MMV



# **Obras y restauraciones hidrológico forestales en el archipiélago Canario en el periodo 1.905 - 1.986**

**Juan Carlos Santamarta Cerezal  
José Roldán Molina**

## **1. Introducción**

Las islas Canarias tienen una hidrología forestal propia, condicionada por un terreno, el volcánico y una orografía abrupta típica de los entornos insulares, que ha hecho a sus técnicos forestales, especialistas únicos en la materia creando unas técnicas y obras de restauración con las que han favorecido el desarrollo de las economías forestales insulares y el acceso al monte para provechar sus recursos de la manera más sostenible posible. También han sabido modelar y conservar el bosque para que este pueda ejercer una función protectora desde el punto de vista ambiental hasta el hidrológico. El monte es un regulador de los recursos hídricos, ya bien mediante el aprovechamiento de la humedad y la precipitación de niebla o bien mediante la sujeción y conservación de los suelos, por otro lado las raíces favorecen la infiltración y por ende en algunos casos la recarga del acuífero insular. En las zonas forestales de Canarias, no existen corrientes de agua de carácter continuo como los ríos en la península Ibérica, pero si es cierto que son importantes los regímenes de lluvia torrenciales que se alcanzan en estas latitudes, con catástrofes que han causado víctimas mortales, de ahí la importancia de este repaso histórico para evidenciar las aportaciones de los técnicos forestales en esta materia a través de algunos de los proyectos más relevantes para la sociedad y medioambiente canario.

## **2. Actuaciones en la isla de La Palma**

Es hoy una actividad primaria olvidada, pero en épocas pretéritas tuvo una notable relevancia económica en el norte de La Palma. La silvicultura, el cuidado y aprovechamiento de los montes y pinares, sirvió de sustento a muchas familias de la Isla y a otras procedentes de La Gomera y Tenerife.

La explotación silvícola de los montes y pinares, y de otros ecosistemas vegetales, ha ayudado a comprender la historia de la Isla, desde la época aborígen hasta las décadas más recientes, sostiene el investigador etnográfico Néstor Pellitero, autor de un trabajo sobre la silvicultura en La Palma entre 1930 y 1970.

La silvicultura gozó de una gran importancia en el norte de La Palma (Garafía y Barlovento) principalmente por el volumen forestal extraído, este era obtenido mediante tareas forestales ancestrales como la recogida de leña, la elaboración de carbón y la confección de varas, horquetones (o estacones), estaquillas (u horquetas), puntales y cujes. Estas maderas tenían como destino los cultivos de tomates, plátanos y tabaco, y en el caso de los puntales, el apuntalamiento de viviendas en construcción.

La dificultad orográfica debida a las pendientes y barrancos existentes en la zona dificultaban la salida de estos productos hacia el exterior del municipio, aumentando considerablemente los costes de producción, por ello se realizó el emblemático proyecto de la pista forestal de Garafía (1.954), la cual facilitaba el transporte de estos productos forestales y por ende creaba la única comunicación que tubo Garafía durante más de treinta años. Los estudios económicos que acompañaron a esta gran obra de ingeniería demostraban que el ahorro que suponía tener este tipo de infraestructura con respecto al transporte de las materias primas era de casi un 22%, lo cual unido a la importancia social de comunicar a la población de Garafía de una manera eficiente ,justificaba de forma razonable el proyecto.

El trazado se dividió en siete tramos cuyos estudios se fueron realizando en los años 1.954 a 1.957, la obra se ejecutó prácticamente sin medios mecánicos y con sus correspondientes obras de drenaje, incluyendo pendientes del trazado que iban desde el 7% al 12%. Incluía obras singulares como un túnel, con una sección de gálibo de 6 metros y 4 metros de anchura. El presupuesto total de la pista fue de 6.000.000 de pesetas de la época pero las repercusiones del proyecto tanto económicas como sociales no tuvieron parangón.



**Figura 3.1;** Trabajos de replanteo de hidrotecnia en el barranco de Amargavinos isla de la Palma. (Ortuño Medina, 1957)



**Figura 3.2;** Repoblación de *Pinus canariensis* la isla de La Palma. (Ortuño Medina, 1957)



Otra aportación en materia hidrológico forestal que no se debe olvidar fue el proyecto de restauración hidrológica forestal del barranco de Amargavinos redactado por D. Francisco Ortuño, en el año 1.957, la función de este proyecto fue clave para la zona ya que se buscaba, por un lado proteger los cultivos de la zona de influencia del barranco y por otra parte -y más importante- proteger a los habitantes de las avenidas y sus caudales punta , ya que el 17 de Enero de 1.957 , debido a unas lluvias torrenciales , según indica el diario ABC de la época murieron 5 personas y desaparecieron 23 , así como importantes daños incluyendo 19 casas derrumbadas.

Los trabajos se dividieron en tres partes , trabajos de hidrología , trabajos de repoblación y por último trabajos auxiliares, los primeros establecieron una serie de diques basados en una caracterización hidrológica de la cuenca , la repoblación se realizó con *Pinus canariensis* acompañado de vegetación *Cytisus proliferus*, espontánea en la Isla de Tenerife , pero no autóctona de La Palma , no obstante , esta leguminosa alcanza rápidamente la talla arbustiva y es muy resistente al calor y a la sequía , y había experiencias en zonas cercanas en la propia isla con buenos resultados.

Como trabajos auxiliares se establecieron las comunicaciones mediante pistas, que en aquella época no existían, por lo que se proyectó un camino de más de kilómetro y medio, también ese camino sirvió en su día como transporte para los materiales en la ejecución de los diques.



**Figura 3.3;** Estado de la pérdida de suelo en la isla de la palma. (Ortuño Medina, 1957)

El plazo de ejecución fueron seis años, se incluye este dato para denotar la dificultad, la falta de maquinaria y medios, para realizar este tipo de obras que en Canarias por las condiciones orográficas se hacen más singulares si cabe. El presupuesto total fueron 4.456.672 pesetas de la época (1.958).

Otras actuaciones hidrológicas forestales históricas, de las que es interesante dejar constancia en la Isla, fueron las ejecutadas en el Barranco de Las Angustias y la corrección de la torrentera “Caldereta”.

### **3. Gran Canaria**

Para referirse a las actuaciones históricas en Canarias en materia de repoblación forestal, cabe destacar primeramente las repoblaciones en los años 50 y 60, realizadas en el perímetro de la corona forestal de Gran Canaria, de la que entre otros fueron responsables D. Juan Nogales y D. Manuel Díaz Cruz.

La repoblación en Gran Canaria se ha desarrolló a un ritmo más lento por tener que luchar contra las grandes dificultades derivadas de la escasez de propiedad pública y las difíciles condiciones ecológicas de algunas de las fincas donde se iba a actuar.

Se destacan dos actuaciones muy importantes realizadas por la Administración Forestal, cuya trascendencia no han sido lo suficientemente valoradas.

La primera, por el Decreto de 18 de diciembre de 1953, del Perímetro de Repoblación Forestal Obligatoria, afectó a unas 8000 has, en el casquete central de la isla. La segunda, por el Real Decreto 3180/1981, es el proyecto de Restauración Hidrológico Forestal de la cuenca alta del barranco de Tejeda-La Aldea de San Nicolás.

En una primera etapa se realizan las repoblaciones en los montes del Estado, intentando recuperar su antigua superficie así como reparar los numerosos claros que se habían ido realizando por las extracciones ilegales. Eran años en los que la energía en los hogares, el alimento para el ganado, la madera para la construcción se extraía del bosque, llegando a tal degradación que ya se manifestaba una urgente necesidad de protección.

Por el Decreto de 18 de diciembre 1953, La Ley de Perímetro Obligatorio de Repoblación estipulaba que los dueños de fincas de más de diez hectáreas permitiesen la repoblación, fincas que en la cumbre no eran numerosas y los terrenos municipales

o estatales para repoblar también eran escasos. El Cabildo Insular adquiere los terrenos, previamente valorados por el Servicio Forestal, estos terrenos luego serían consorciados con el Estado para la repoblación con pinos, lo que ha permitido que actualmente exista un pinar en la parte central de la isla. Esta tarea de varias generaciones aún continúa.

La repoblación se llevaba a cabo mediante el siguiente procedimiento, en una primera campaña se cavaban los hoyos donde se colocarían los pinos, posteriormente se introducían las plántulas. El problema que se encontraban los técnicos era que no se podía plantar con la raíz desnuda ya que los resultados eran muy pobres. A Francisco Medina Ortuño se le ocurrió la idea de poner los pinos en canutos de caña lo que facilitaba su enraizamiento, por otro lado es necesario tener en cuenta, que en aquella época no existían las pistas y caminos con las que actualmente se trabajan, sino que el transporte se realizaba a lomos de mulas o a hombros. De esta forma un solo hombre transportaba centenas de pinos para su repoblación.

Actualmente los pinos se colocan en bolsas plásticas, lo que permite que la plantación se realice con arbolitos de mayor tamaño aumentando así el número de enraizamientos, pero esto también significa un mayor peso para los trabajadores que sólo puede ser paliado mediante las pistas y los vehículos los cuales acercan las plántulas hasta muy cerca de la repoblación. Una vez plantado, el pino era rodeado por piedras para protegerlo de las inclemencias del tiempo, al año se retiraban para facilitar el crecimiento del pino.

Otras actuaciones a destacar históricamente en la isla de Gran Canaria han sido las de los barrancos de Tejeda, La Aldea de San Nicolás y de Balos y la cuenca del embalse de Tirajana.

En cuanto a la Restauración Hidrológica Forestal de la Cuenca de Tejeda, desde su cabecera hasta la presa del Parralillo, en los términos municipales de Artenara, San Mateo, y Tejeda, con una superficie total de 6710 has. Los trabajos previstos correspondían a la repoblación forestal, con su correspondiente reposición de marras; la construcción de diques mampostería hidráulica y gavionada; albarradas y los correspondientes trabajos auxiliares. Las actuaciones comenzaron en 1979 y finalizaron en 1994. Se realizaron más 60.000 metros cúbicos de hidrotecnias y se repoblaron numerosas fincas.

Resaltar que en observaciones realizadas en la cuenca, en 1998, de los 10 diques de mampostería hidráulica ejecutados, se comprobó que los fuertes arrastres de

acarreos y la consiguiente deposición de sedimentos, en los diques estudiados de la cuenca media y en la parte baja, prácticamente no existen arrastres.

#### 4. El Hierro

Igualmente en El Hierro se repoblaron varias zonas de la isla , como en San Andrés, La Mareta, Pico Tenerife-Cruz de los Reyes, Jable cumplido-Malpaso-Tanganasoga, Binto y El Cres. Los pinos utilizados fueron pino canario (*Pinus canariensis*) y pinos radiata (*Pinus radiata*).

Es importante destacar que se realizó una actuación muy importante y poco conocida en la zona de Binto. Dicha área se encontraba desarbolada hasta finales de los años 50.

El Patrimonio Forestal del Estado comenzó las tareas de repoblación de dichos montes. Las condiciones de la zona eran muy malas, “era imposible que un monte habitara en esas condiciones”; sin embargo, la repoblación se realizó, bajo la supervisión del Ingeniero de Montes D. Francisco Ortuño. Como resultado de esta actuación hoy en día se encuentra un hermoso bosque en dicha zona, con una cabida de unas 300 has.



**Figura 3.4;** Estado actual de las repoblaciones en Binto, municipio del El pinar, el hierro. (Santamarta JC, 2007)

Cuentan en El Hierro que cuando D. Francisco Ortuño volvió a visitar dichos montes, 20 años después de su repoblación y siendo Director General del ICONA, no pudo ocultar su asombro y emoción al ver cómo allí donde era imposible que un monte viviera se había desarrollado un hermoso pinar.

## 5. Fuerteventura y Lanzarote

En la isla de Fuerteventura, antes de la llegada de los primeros habitantes y sus rebaños, la isla disponía de una cubierta arbustiva y arbórea que cubría casi toda la superficie insular, entre las especies destacaban *cardonales*, *tabaibales*, *palmerales*, *acebuche* y *bosques de tarajales*.

Las actuaciones en materia forestal se realizaron en el macizo de Betancuria, dentro del cual se realizó las obras de Corrección Hidrológico forestal de la presa de las Peñitas, actualmente aterrada de acarreos procedentes de la cuenca hidrográfica. Otra repoblación se efectuó en el monte de Castillo de Lara, propiedad del Cabildo Insular de Fuerteventura.



**Figura 3.5;** Estado actual de las restauraciones hidrológico forestales en el monte de Betancuria, Fuerteventura. (Santamarta JC, 2007)

Las especies utilizadas fueron pino canario (*Pinus canariensis*), pino carrasco (*Pinus halepensis*), pino radiata (*Pinus radiata*) y acacia mayorera (*Acacia cyclops*).

Se realizaron asimismo, hidrotecnias de mampostería en seco y gavionada durante bastantes años.

Hacemos referencia a la isla de Lanzarote con las restauraciones hidrológicas forestales realizadas en la meseta y el risco de Famara. Las especies utilizadas fueron acacia mayorera (*Acacia cyclops*), pino canario (*Pinus canariensis*), pino carrasco (*Pinus halepensis*) y pino radiata (*Pinus radiata*). Se repobló algunas fincas y se realizaron hidrotecnias en la presa de Mala.



**Figura 3.6;** Hidrotecnias en haría en la isla de Lanzarote. (Santamarta ,JC,2007)

## 6. Tenerife y La Gomera

Las primeras restauraciones de cubierta vegetal en Tenerife son del año 1941. Los Ingenieros de montes, Ceballos y Ortuño, elaboraron un croquis para la isla de Tenerife, dividiéndola en cuatro zonas de repoblación:

- Zona enfrentada directamente con los alisios.



- Zona alcanzada indirectamente por estos vientos.
- Zona en la que no alcanza los efectos de los vientos inferiores del Nordeste.
- Las Cañadas del Teide.

Los pinos utilizados para esta gran obra de restauración fueron el *Pinus canariensis*, *radiata*, *pinaster* y *silvestris*.

A partir del año 1971 desaparecidos el Patrimonio y el Distrito Forestal de Estado y creándose el ICONA se continúa el programa en su fase final. Lo más importante de este periodo es que se cambia el concepto de bosque como motor económico a un criterio más conservacionista, usando especies autóctonas y la creación de pastizales y priorizando la conservación de suelos.

En líneas generales, desde 1941 a 1986 la superficie de pinar en Tenerife ha aumentado unas 11.000 has. de pino canario (*Pinus canariensis*).

Las repoblaciones de mayor importancia se localizaron en la zona enfrentada directamente con los *alisios*, con el objeto de reconstruir de forma continua la gran franja de pinares que debió de cubrirla en otro tiempo.



**Figura 3.7;** Repoblación la corona forestal de la isla de Tenerife vista desde el mirador de Ortuño en homenaje al propio ingeniero de montes. (Santamarta JC, 2007)

En el año 1985, dentro del término municipal de Arico, se hace la última repoblación de pino canario, cerrando con ello de nuevo la Corona Forestal de la isla de Tenerife. Según cuenta el Ingeniero de Montes D. Marcos Perez Oramas, las plantaciones del cierre por la zona sur de la isla fue una labor muy costosa.

Son importantes también las actuaciones en materia hidrológica forestal en la cuenca de La Orotava y Santa Cruz de Tenerife a comienzos del siglo XX.

Una función fundamental que aportan estas masas en Tenerife es la recarga del acuífero, indudablemente la función reguladora que realiza la masa forestal, principalmente de la lluvia horizontal hace que se aporte al acuífero mayor cantidad de reservas hídricas en una aportación aproximada de 1,5 a 3 veces la lluvia vertical, lo que hace que a día de hoy aventurar, que si se pierde o no se conserva correctamente esta masa forestal se perderán muchas de las reservas hídricas fundamentales para la sostenibilidad del acuífero las cuales se extraen mediante galerías (Santamarta JC, 2.008).

**Tabla 3.1;** Repoblación la corona forestal de la isla de Tenerife superficie repoblada por especie (hectáreas). (Peraza Oramas, 1997)

AÑOS	Pinus canariensis	Pinus radiata	TOTAL
1.940-45	240	0	240
1.946-50	3.502,5	569,4	4.071,9
1.951-55	2.288,2	403,1	2.691,3
1.956-60	3.351,2	128,6	3.479,8
1.961-65	1.065,7	498,5	1.564,2
1.966-70	1.157	164,4	1.321,4
1.971-75	750,1	516	1.266,1
1.976-80	206,5	0	206,5
1.981-85	242,8	12,1	254,9
1.986-90	81	0	81
1.991-95	200,7	0	200,7
		TOTAL has	15.377,8

Finalmente para la isla de Tenerife son importantes las actuaciones en materia hidrológica forestal en las actuaciones en la cuenca de La Orotava y Santa Cruz de Tenerife.



Haciendo referencia a la isla de La Gomera, se encuentran numerosas actuaciones que se realizaron en Valle Gran Rey y en la zona Norte de la isla, como ejemplo en la isla colombina, destacamos las numerosas fincas consorciadas en todos los municipios de la Isla. Tales como los montes de la dehesa de Majona, la dehesa de Manco, Trujillo I y II, Herrera y Heredia, entre otras.

Las principales especies de pinos utilizados en la repoblación han sido: pino canario (*Pinus canariensis*) y pino radiata (*Pinus radiata*) en las medianías y partes altas de la isla. En cotas bajas y medianías se ha utilizado pino carrasco (*Pinus halepensis*).

Merece especial atención las repoblaciones de Herrera, en el término municipal de Vallehermoso, en las inmediaciones del caserío de Tazo, realizadas con pino carrasco (*Pinus halepensis*). Se trata de una zona muy accidentada, fuertemente erosionada y batida por el viento, por lo que los pies apenas han levantado un metro del suelo, pudiendo considerarse como “pinos bonsai”.

### **Bibliografía consultada y referencias**

- ANÓNIMO (1917). La Décima División Hidrológico Forestal (Canarias). Revista Montes n 965. 243-246 Pág.
- DEL PALACIO [ET AL.], 1999; La restauración hidrológico-forestal en España. Gestión Sostenible de los recursos suelo, agua y vegetación. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- SANTAMARTA CEREZAL, JC. 2006; *Restauraciones hidrológicas-forestales en barrancos volcánicos*. IV Jornadas Forestales de la Macaronesia, pág. 101-104. La Palma Tenerife. España.
- SANTAMARTA CEREZAL, JC. 2008; Estudio y evaluación de las hidrotecnias e infraestructuras hidráulicas para la prevención de la desertificación en el archipiélago Canario. SECF. Reuniones de los grupos de trabajo. Hidrología Forestal.
- VVAA. 1999; *Ciencias y Técnicas Forestales*; 150 años de aportaciones de los ingenieros de montes. Fundación Conde del Valle de Salazar.
- ICONA. 1973; *Inventario Forestal Nacional*. Santa Cruz de Tenerife. Ministerio de Agricultura.
- ICONA. 1973; *Inventario Forestal Nacional*. Santa Cruz de Tenerife. Ministerio de Agricultura.
- ICONA. 1974; *Inventario Forestal Nacional*. Las Palmas. Ministerio de Agricultura.
- ICONA. 1994; Segundo Inventario Forestal Nacional. 1986-1995. Canarias. Santa Cruz de Tenerife. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- ICONA. 1994 Segundo Inventario Forestal Nacional. 1986-1995. Canarias Las Palmas. . Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- ORTUÑO MEDINA, F. 1962; Plan de Desarrollo Económico de las Islas Canarias. Estudio sobre los problemas forestales de la provincia de Santa Cruz de Tenerife.
- GARCIA RODRIGUEZ, JL. 2002; *La formación y la competencia del ingeniero de montes en hidrología*. Primer congreso profesional de los ingenieros de montes.
- PERAZA ORAMAS, M. 1997; Ciencia y técnica forestal. Repoblaciones y restauraciones hidrológico forestales en Canarias.
- PERAZA ORAMAS, M. 1997; *Pista Forestal de Garafía*. 150 años de aportaciones de los ingenieros de montes. Fundación Conde del Valle de Salazar.
- ORTUÑO MEDINA, F. 1957; Proyecto de Restauración hidrológica forestal del barranco Amargavinos. Isla de La Palma. Tenerife.

# **Evolución y conservación de los bosques en Canarias**

Agustín Naranjo Cigala

## **1. Introducción**

Para el diccionario de la Lengua Española de la Real Academia, el concepto de bosque se refiere a “un sitio poblado de árboles y matas” y árbol se define como “planta perenne, de tronco leñoso y elevado, que se ramifica a cierta altura del suelo” sin embargo para los diccionarios especializados se incluyen matices del tipo: bosques de explotación forestal, bosque maderable, bosque maduro, en función de sus rendimientos madereros y de explotación; bosque galería, ribereño, ... los que se establecen únicamente en torno a cursos de agua, riberas, valles, etc. en un contexto ambiental más árido; bosque pluvial, bosque protector, bosque virgen y primigenio; los que se desarrollan en zonas lluviosas (pluvisilva), los que sirven de protección al suelo o los que conservan su integridad y estado natural, estructura y composición florística, desde el punto de vista climático, ... respectivamente.

En Canarias, por sus condiciones climáticas generales y por su orografía (que modifica las condiciones climáticas regionales y locales), disponemos de ciertas formaciones arbóreas que presentan estas características (o que las presentaron en su estado original). Nuestro propósito en este capítulo es explicar los rasgos principales de la distribución, estructura y composición florística de tales bosques (o bosquetes), haciendo hincapié en las diferencias que encontramos en las hipotéticas extensiones originales de hace 20, 15, 10, 5, ... millones de años en cada una de las islas, extraído de los estudios bioclimáticos y florísticos, y de la distribución actual después de siglos de convivencia humana que ha transformado y modificado par-

cialmente los rasgos esenciales de su fisionomía y distribución pero cuya esencia permanece y merece ser reconocida en aras de su conservación futura.

## **2. Los bosques en el archipiélago canario**

El clima general de las Islas Canarias, en estos momentos, se puede definir como Mediterráneo subtropical con precipitaciones en otoño e invierno, pero no muy importantes y veranos cálidos y secos. En la vertiente Norte de la mayoría de las islas por su altitud y orografía, como consecuencia de las condiciones atmosféricas del Atlántico Norte, se ven afectadas por una constante exposición a vientos húmedos que generan un manto de nubes entre los 500 y 1.500 msnm, más o menos permanente, favoreciendo una aportación hídrica adicional a las precipitaciones, que afectan significativamente al tipo de vegetación que en estas zonas se puede desarrollar. El gradiente térmico vertical, el fenómeno del “mar de nubes” y las diferencias entre barlovento (más húmedo) y sotavento (más seco y árido) propician una distribución original de los tipos de vegetación en forma de cinturones altitudinales de costa a cumbre en los que cuando las condiciones ambientales son ideales se desarrollan comunidades de porte arborescente y arbóreo. La composición florística de estas comunidades vegetales tiene diversos orígenes (Paleo Mediterránea y Mediterránea actual, Rand Flora Africana, Norte Africana, del Terciario en el ámbito Thethyano, etc.) y presenta una alta tasa de endemidad.

En la explicación de la evolución de la vegetación forestal (de la vegetación en general) debemos incluir los conceptos de vegetación actual y el de vegetación potencial. El primer término hace referencia a la vegetación que encontramos en la actualidad en cada una de las islas como resultado de la transformación de las formaciones vegetales primigenias a causa de múltiples circunstancias derivadas de las actividades humanas: concentración urbana, explotación directa e indirecta, agricultura, pastoreo, introducción de especies, ... etc. y que en función del grado y tipo de intervención, la duración e intensidad de dicha influencia genera en la actualidad formaciones vegetales de sustitución y relictos de la vegetación natural. El segundo término representa el concepto de la vegetación original en consonancia con las condiciones ambientales, climáticas, edáficas y las relacionadas con el propio dinamismo vegetal: especies pioneras y oportunistas.

Así pues, la vegetación forestal en Canarias estaría representada principalmente por las siguientes formaciones: los bosques termófilos o termoesclerófilos que reciben dicho nombre por sus apetencias a desarrollarse en zonas de medianías de las islas con unas temperaturas medias más o menos constantes y globalmente sin problemas térmicos y por sus rasgos morfológicos de hojas duras y coriáceas capaces de retener la humedad en su interior. Esta comunidad forestal, común en el ámbito Mediterráneo, suele presentar un follaje persistente y marcados rasgos de esclerofilia (adaptaciones al estrés hídrico) y no demasiada talla o altura; presenta una gran diversidad florística pero en ocasiones pueden presentarse como formaciones monoespecíficas de las que comentaremos sus rasgos principales por ser de sumo interés en el espectro botánico del archipiélago: sabinares, almacigales, lentiscales, palmerales, dragonales y retamares blancos. En segundo lugar, como comunidad forestal de gran importancia ecológica y evolutiva a nivel mundial, tenemos a la Laurisilva, también denominada desde el punto de vista vernáculo como Monte-verde incluyendo las distintas variantes ecológicas y florísticas de la formación. Se trata de una comunidad forestal cuyos ancestros provienen de la Era Cenozoica y como consecuencias de posteriores cambios climáticos en la zona del actual Mar Mediterráneo fue paulatinamente refugiándose en el ámbito de lo que llamaríamos Paleo Macaronesia y posteriormente en los distintos archipiélagos de la región biogeográfica de la Macaronesia y extinguiéndose en sus zonas de origen. Su pervivencia en esta región se debe en gran medida a la existencia del mencionado “mar de nubes” cuyos aportes adicionales de humedad y disponibilidad hídrica favorecerían su desarrollo y permanencia. Finalmente, los pinares constituyen la formación forestal culminante en muchas de las islas (no presente en otras), monoespecífica en los estratos arbóreos con el pino canario, normalmente pobre en especies en el sotobosque y cortejo florístico pero que presenta una extraordinaria acomodación a las características volcánicas y ecológicas (litología, clima mediterráneo, persistencia de fuegos naturales, etc.) del archipiélago canario.

Otras comunidades de porte arbóreo (o arborescente) que por su estructura no son tan típicamente forestales como los palmerales, las saucedas, los retamares blancos y las tarajaledas, merecen ser mencionadas; en algunos casos por su importancia florística a nivel mundial y en otros porque su densidad los hace aparentar como masas boscosas, en nuestro contexto insular. Intentaremos caracterizar los rasgos ecológicos principales en los que se desarrollan estos bosques, los matices insulares y las distintas variantes de su composición florística.

### **3. Los bosques termófilos**

#### **3.1. Características ambientales en las que se desarrolla**

En las Medianías de todas las islas tanto a barlovento (300 – 600 m.s.n.m.) como a sotavento (500 – 900 m.s.n.m.), se desarrollan en la actualidad distintos tipos de vegetación y matorrales en aquellas áreas naturales, en las cercanías de cultivos y zonas rurales, barrancos, laderas y edificios volcánicos, etc. El bosque termófilo o termoesclerófilo es una de estas formaciones que presenta una fisonomía de bosque más o menos abierto; a veces aparece como matorral, de cobertura siempreverde (salvo excepciones) y en muchas ocasiones conforma formaciones monoespecíficas por lo que recibe nombres definidos por dicho motivo: acebuchal, lentiscal, dragonal, almacigal, palmeral, etc. Las condiciones ambientales en las que viven se caracterizan por unas precipitaciones que oscilan entre los 250 y 500 milímetros anuales de media aproximadamente, pero en un contexto de fuertes evapotranspiraciones por la alta insolación (de 6 a 8 horas de sol diarias) y temperaturas medias bastante térmicas (16 a 18 grados centígrados de promedio anual), por lo que han de adaptarse a déficit hídricos en el sustrato durante varios meses al año (abril a octubre, según zonas) aunque muy ocasionalmente el mar de nubes del alisio, a barlovento, llega a influenciarlos. Poseen una riqueza específica alta y por ese y otros motivos podemos encontrar representaciones insulares con características propias.

#### **3.2. Distribución general por islas del bosque termófilo. Rasgos principales, estructura y composición florística**

En la isla de **El Hierro** son los sabinares los bosques termófilos que más abundan, siendo la sabina (*Juniperus turbinata* subsp. *canariensis*) la especie forestal más significativa. Se trata de un bosque abierto y de carácter xérico; es la presencia de sabinas dispersas a lo largo de la franja de las Medianías lo que resume mejor sus rasgos aunque permanecen unos pocos núcleos extensos de este sabinar más o menos bien conservados. Los sabinares de El Julan y La Dehesa son buena muestra de estos sabinares típicos, que en contacto con los ecosistemas colindantes, monte-verde, pinar, cardonal, les aportan algunos elementos florísticos.



**Figura 4.1;** Sabinas centenarias de El Hierro (Claudio Moreno Medina)

El bosque termófilo palmero se distribuye rodeando prácticamente la isla pero presenta pocas manifestaciones actuales de cierta densidad como consecuencia de la transformación secular que estas Medianías de **La Palma** han experimentado con el transcurso de los siglos. Las sabinas (*Juniperus turbinata* subsp. *canariensis*) y los acebuches (*Olea cerasiformis*) fueron las especies mayoritarias de estos bosquetes en el pasado que presentarían, en sus mejores condiciones una estructura y fisionomía que se corresponde con un bosque xérico y abierto. Hoy día es muy difícil encontrar estas situaciones y es más común encontrar sabinas aisladas o rodales reducidos creciendo entre el matorral que se denomina de sustitución: jarales, tomillares, inciensales, magarzales, vinagreriales y granadillares.

En **La Gomera**, como sucede en todo el archipiélago, el área de distribución potencial de los bosques termófilos, debido a las condiciones orográficas y climáticas favorables, fue el medio preferido para el establecimiento de núcleos urbanos, áreas de cultivo y pastos y como consecuencia la transformación de su paisaje ha sido en los últimos siglos, muy intensa. Hoy día, el sabinar gomero, en buena medida constituye un bosque abierto, empobrecido como consecuencia de la acción humana, pero con manifestaciones interesantes de este tipo de vegetación, dispersas a lo largo de la isla aunque es en el Norte donde aún se conservan núcleos importantes como los de Hermigua, Agulo, Vallehermoso y Tazo. Las especies más características son las típicas hasta ahora nombradas destacando en las vertientes Sur, aparte de la

sabina (*Juniperus turbinata* subsp. *canariensis*), el acebuche (*Olea cerasiformis*) y el almácigo (*Pistacia atlantica*) con un cortejo florístico subarabustivo de tasaigos (*Rubia fruticosa*) y tabaiba picuda (*Euphorbia berthelotii*), además de espineros (*Rhamnus crenulata*), esparragueras (*Asparagus umbellatus*), jazmines (*Jasminum odoratissimum*) y verdodes (*Kleinia neriifolia*). En ocasiones, en las áreas de contacto con el Monteverde pueden bajar algunos de las especies más xéricas de la Laurisilva y en otras zonas muy degradadas del Norte se combinan con cornicales (*Periploca laevigata*) en derrubios y baleras (*Plocama pendula*) en piroclastos antiguos, además de las tabaibas (*Euphorbia berthelotii* y *E. lamarckii*). Cuando el sabinar desaparece totalmente es sustituido por jarales, tabaibales amargos, inciensaes y vinagrerale y granadillares.

En **Tenerife** podemos encontrar bosquetes tanto de sabinares, acebuchales y almácigales propios, circundándola entre los 300 y 400 metros en ambas vertientes. Su estructura y fisonomía se corresponden con la de un bosque abierto que prospera sobre suelos desarrollados aunque poco profundos. Las especies arbóreas que fisionómicamente caracterizan las principales unidades son también la sabina (*Juniperus turbinata* subsp. *canariensis*), el acebuche (*Olea cerasiformis*) y el almácigo (*Pistacia atlantica*) a los que se suman diversos arbustos como el espino negro (*Rhamnus crenulata*), el jazmín silvestre (*Jasminum odoratissimum*), el granadillo (*Hypericum canariense*), el guaydil (*Convolvulus floridus*) y otros de distribución más general como el tasaigo (*Rubia fruticosa* subsp. *fruticosa*), la tabaiba amarga (*Euphorbia lamarckii*) y el verode (*Kleinia neriifolia*), entre otros.



**Figura 4.2;** Sabinar disperso de La Gomera (Claudio Moreno Medina)



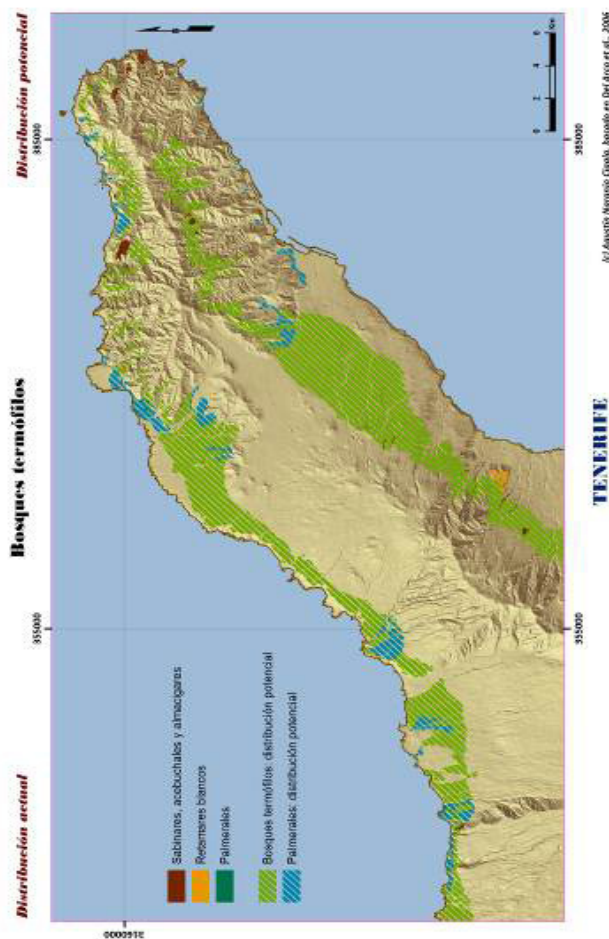
La distribución actual es una ínfima parte de la distribución potencial ya que han desaparecido por completo como consecuencia de las actividades humanas durante varios siglos en una zona que por razones climáticas ha experimentado una intensa ocupación para el desarrollo urbano y agrícola. Además de los sabinares típicos, la formación más común en la isla, es posible encontrar en las umbrías de suelos más frescos, sabinares húmedos en contacto con el Monteverde en los que además de la sabina es posible encontrar una mayor diversidad florística por la incorporación de plantas como la faya (*Morella faya*), el brezo (*Erica arborea*), el mocán (*Visnea mocanera*) y el acebiño (*Ilex canariensis*). Asimismo, en los afloramientos sálicos y en coladas recientes, la sabina y el pino canario (*Pinus canariensis*) comparten asentamiento, mientras que en las zonas más bajas comparte hábitat con matorrales de tabaiba amarga (*Euphorbia lamarckii*). Es esta isla apenas quedan escasos restos de bosquetes de almácigos (*Pistacia atlantica*) en regiones de mayor humedad edáfica donde apenas constituyen formaciones específicas, sin embargo si se encuentran matorrales que sustituyen a estos bosquetes como los granadillares (*Hypericum canariensis*) que aparecen en las áreas deforestadas próximas al Monteverde; los jarales (*Cistus symphytifolius*) sobre suelos decapitados; el retamar blanco (*Retama rhodorhizoides*) sobre derrubios secos y campos de cultivos abandonados; inciensales-vinagrerales (*Artemisia thuscula* y *Rumex lunaria*) en lugares removidos y nitrófilos.

El dominio potencial de los bosques termófilos en **Gran Canaria** circunda la isla en forma de anillo entre los 500 y 900 metros sobre el nivel del mar, si bien con distintas anchuras en función de la vertiente, estando en contacto con el cardonal y el pinar en el Sur y con el cardonal y Monteverde xérico en el Norte. Esta comunidad vegetal, en sentido amplio constituye aquí también un bosque abierto de fisonomía variable, en función de la especie arbórea dominante en cada caso: acebuchales (con dominancia de *Olea cerasiformis*); almacigales (con dominancia de *Pistacia atlantica*) y lentiscales (con dominancia de *Pistacia lentiscus*), no existiendo en la actualidad sabinares como formación (sólo sabinas aisladas). En su cortejo florístico hay dominancia de los arbustos de amplia distribución (*Rubia fruticosa*, *Periploca laevigata*, *Asparagus umbellatus*, *Euphorbia regis-jubae*, *Kleinia neriifolia*, *Bupleurum salicifolium* subsp. *acyphyllum*, *Asparagus plocamoides*, entre otros).

La actual representación de la comunidad es muy escasa debido a la profunda transformación de su territorio potencial, principalmente por desarrollo urbano y cultivos, como sucede en el resto de las islas, aunque en ésta encontramos algunos enclaves relativamente bien conservados. Son significativos los acebuchales que encontramos salpicados en distintas vertientes y laderas de barrancos sobre todo en la mitad Norte, entre los que destaca el acebuchal del barranco de Los Cernícalos; los



lenticales, también circunscritos al nordeste, destacando los de la Caldera de Bandama-Monte Lentiscal; los almacigales, principalmente distribuidos en el noroeste, con buena regeneración de los mismos en los fondos de vaguadas, destacando los de la cuenca de La Aldea. De entre los matorrales de sustitución merecen destacarse por su extensión los jarales, inciensales, vinagrerales, tabaibales amargos, herbazales y granadillares.



**Figura 4.3;** Distribución potencial y actual de los bosques termófilos en la isla de Tenerife (zona Norte)

En **Fuerteventura**, el taxón dominante de estas formaciones, sin duda, es el acebuche (*Olea cerasiformis*), también conocido como olivo o chaparro. Esporádicamente participan en la comunidad ejemplares aislados de otras especies características, como el almácigo (*Pistacia atlantica*) y el espinero negro (*Rhamnus crenulata*); más raros y limitados a los riscos de Jandía, son el lentisco (*Pistacia lentiscus*), el peralillo (*Maytenus canariensis*), el olivillo (*Phillyrea angustifolia*) y el jazmín silvestre (*Jasminum odoratissimum*), etc. Su distribución actual se circunscribe únicamente a las crestas del Macizo de Betancuria y de los escarpes de Jandía y algunos achaparrados en las crestas altas de Vallebrón. En el pasado debió cubrir una buena parte de las medianías, pero ha desaparecido casi por completo por la intensa acción humana (aprovechamiento de madera, agricultura, pastoreo, etc.), sobre todo después de la Conquista. En las laderas orientadas al Norte, más expuestas a los vientos alisios, se pudo dar una situación de bosque termófilo húmedo, en el que con seguridad intervenían las especies de mayor amplitud ecológica del monteverde, como el brezo (*Erica arborea*), la faya (*Morella faya*), el laurel (*Laurus azorica*) y el barbuzano (*Apollonias barbujana*). En la actualidad, en la zona relictual del Macizo de Jandía, no pasa de ser una variante húmeda, más rica en flora criptogámica y en algunas herbáceas nemorales, en la que sólo quedan ejemplares muy escasos y dispersos de mocanes (*Visnea mocanera*), adernos (*Heberdenia excelsa*) y palos blancos (*Picconia excelsa*).

En el pasado, las cumbres más elevadas de **Lanzarote**, especialmente las orientadas al Norte, debieron de estar cubiertas por un bosque termófilo como los que estamos definiendo para las otras islas. La presencia hoy de elementos aislados de lentiscos (*Pistacia lentiscus*), acebuches (*Olea cerasiformis*), olivillos (*Phillyrea angustifolia*), espineros (*Rhamnus crenulata*), peralillos (*Maytenus senegalensis*), en los puntos más inaccesibles de los escarpes orientados al Noroeste de los Riscos de Famara, representan los vestigios residuales de estos bosques que se desarrollan en fisuras y andenes, sobre suelos escasos formados a partir de sustratos geológicos antiguos. En la actualidad está casi desaparecida por la intensa acción antropozógena. Una facie visible en las partes más xéricas desde el punto de vista edáfico es la que está dominada por un tabaibal dulce (*Euphorbia balsamifera*) que presenta un elevado epifitismo líquénico de la tabaiba dulce y otras especies en la exposición Norte, debido a las brumas y vientos húmedos del Noreste que dominan en estos parajes que indican un mayor nivel de humedad que en el pasado propició el desarrollo de los bosques mencionados.

### **3.3. Los palmerales: formación termófila singular**

En las islas de Gran Canaria, La Gomera, Fuerteventura, Tenerife y La Palma podemos encontrar una comunidad caracterizada fisonómicamente por la palmera canaria (*Phoenix canariensis*), que se desarrolla de forma natural en los derrubios de ladera y en las cercanías de los cauces de barrancos normalmente por debajo de la cota de los 600 m. aunque excepcionalmente superan los 1.000 m. Los palmerales “naturales” son bastante escasos en algunas islas, destacando sobre todo por su abundancia en Gran Canaria y La Gomera. La palmera canaria es la especie que caracteriza la comunidad, es un freatófito capaz de explotar acuíferos a cierta profundidad y de soportar una prolongada hidromorfía en el suelo, lo que le da ventaja frente a sus arbustos competidores en ciertos medios temporalmente encharcados. Son comunidades boscosas caracterizadas por *Phoenix canariensis*, siendo normalmente la única especie de porte arbóreo pero que presentan tal densidad en las situaciones óptimas que podemos considerarlos como bosques propiamente dichos. Sus poblaciones, o sus formaciones relictuales, se encuentran en todo el perímetro de las islas en los que está presente, desde prácticamente el nivel del mar, adentrándose en el dominio del tabaibal-cardonal y de las formaciones arbóreas termófilas, con muy marcada presencia en el dominio del acebuchal, hasta constituir ecotonos con el monteverde y el pinar. Es inusual observar palmeras naturales creciendo en bosques de laurisilva, ya que tiene su óptimo de desarrollo entre los 50 y los 300-500 metros, casi siempre en lugares pedregosos, pero llegan a alcanzar más de 1.000 metros sobre el nivel del mar en Gran Canaria y Tenerife.

La distribución originaria exacta de *Phoenix canariensis* en Canarias es difícil de establecer. La propia colonización humana, el cultivo extensivo, la urbanización y construcción de infraestructuras posterior, tanto turísticas como viarias, y otros muchos factores principalmente antrópicos han reducido drásticamente la cubierta vegetal de las islas, que en algunos casos como el bosque termófilo ha desaparecido casi por completo en la mayor parte de las islas. En este caso además, las áreas potenciales de distribución de la palmera canaria, se corresponden y se han correspondido con las zonas más favorables para el establecimiento de las grandes poblaciones, pueblos y caseríos de todas las islas, así como los cultivos e infraestructuras que llevan aparejados, con el perjuicio que esto ha conllevado para la especie. En la actualidad y sobre todo en Gran Canaria y La Gomera la especie se desarrolla también en torno o dentro de bancales y andenes anexas a áreas de cultivo demostrándose la ligazón de la palmera con el sistema agrario tradicional canario.

La relevancia de la palmera canaria y los palmerales en el ámbito del archipiélago canario es indudable. Su amplia distribución y utilización entre los canarios, hace que la palmera canaria sea posiblemente uno de los vegetales más representativos e importantes de Canarias, ya que la especie y sus poblaciones boscosas (palmerales) han constituido desde siempre un elemento característico y distintivo del paisaje canario, formando parte de su propia identidad. Difícil es encontrar un rincón o un lugar en las islas en las que no aparezca la silueta de una “palma canaria”. Los valores paisajísticos de esta especie y su comunidad no son debido solamente a la propia estética del palmeral, si no al valor relativo del mismo dentro del paisaje circundante y a la integración de los diferentes usos del territorio que conforman dicho paisaje en su conjunto y que ha dado lugar a que el palmeral y la palmera canaria sea un elemento de identidad cultural. Ello ha contribuido considerablemente en su designación como Símbolo Vegetal del archipiélago canario por el Parlamento de Canarias según la Ley 7/1991, de 30 de abril.



**Figura 4.4;** Palmeral natural en las cercanías de un ámbito rural (Claudio Moreno Medina)

## 4. Laurisilva y Monteverde

### 4.1. Características ambientales en las que se desarrolla y distribución insular

Este tipo de bosques presenta una distribución subtropical, siempreverde por el color dominante y que se desarrolla favorecido por el aporte de humedad constante de las nieblas orográficas (mar de nubes). Está dominado por una amplia variedad de especies de múltiples familias pero que mayoritariamente presentan hojas con una morfología lauriforme (especies laurifolias) a pesar de que en algunas zonas participan ocasionalmente algunas coníferas. En la actualidad se distribuye de una manera claramente fragmentada a escala planetaria, subsistiendo en relictos más o menos extensos entre 25 y 35 ° de latitud Norte y Sur. Estos bosques podemos encontrarlos desde Texas y Florida a las selvas valdivianas (Chile) y misionera (Argentina húmeda), los archipiélagos noratlánticos, Sudáfrica, Sudeste asiático (China meridional, Japón, Norte de Birmania), Australia meridional y Nueva Zelanda.

En Canarias se desarrollan en las zonas de barlovento de las islas mayores (Gran Canaria, Tenerife, La Gomera, La Palma y El Hierro) afectadas por las nubes de los vientos alisios, llamadas localmente como “mar de nubes”. Uno de sus rasgos fisionómicos más evidentes es su cobertura perennifolia densa y de color verde intenso, motivo por lo que es conocido, abarcando sus distintas manifestaciones funcionales, como **Monteverde**. Los rasgos principales de la laurisilva canaria son la de un bosque denso de una fisionomía siempreverde, con una bóveda que en condiciones óptimas alcanza los 30 m. y de una alta diversidad específica y gran producción de biomasa (28 kg. / m<sup>2</sup>) que se desarrolla en las vertientes Norte de las islas mencionadas entre los 600-800 y 1.200-1.300 m. aproximadamente, sobre el nivel de mar. Las temperaturas medias anuales en estas “medianías” oscilan entre los 13 y los 16 grados centígrados y las precipitaciones medias son abundantes en invierno superando los 1.000 mm, complementadas por la permanente incidencia del mar de nubes y una humedad cercana al 100% y pocas horas (4 ó 5 de media) de insolación diaria. Esta comunidad vegetal ha experimentado en el pasado una profunda transformación, especialmente en algunas islas, como consecuencia del intenso aprovechamiento en el debido a talas para su uso como combustible, construcción, aprovechamientos agropecuarios (varas para soporte de cultivos, herramientas, etc.) pero el principal impacto se produjo con la llegada al archipiélago en el siglo XV de los colonizadores en nombre de la corona Castellana que una vez conquistadas y asentados en las distintas islas, dedicaron sus esfuerzos iniciales en explotar el territorio comenzando con la industria de la caña de azúcar cuyos inge-

nios y trapiches demandaban importantes remesas de materiales de construcción y sobre todo gran cantidad de leña para abastecer las calderas. Las roturaciones para tierras de cultivo y asentamientos humanos complementan el proceso de deforestación. Como consecuencia, en la actualidad, su distribución se encuentra merma en relación con su distribución potencial aunque encontramos manifestaciones muy importantes en algunas islas lo que ha propiciado la constitución de Parques Nacionales en la que este bosque subtropical relictico del Terciario es la principal justificación y atractivo. Las mejores representaciones actuales se encuentran en el mencionado Parque Nacional de Garajonay, en la zona central, barranco del Cedro y Liria y cabeceras de los barrancos de Aguajilva, Teselinde, Vallehermoso, etc. donde combinan distintos tipos de monte verde, al Norte de la isla de La Gomera; en el Noreste de La Palma se desarrolla en las zonas altas de los barrancos de Gallegos y Franceses, cabeceras de Guelguen, Los Tilos y más al Sur en las laderas de Breña Alta; en Tenerife, especialmente en los montes de Anaga y Teno y laderas de la vertiente Norte y las manifestaciones a sotavento del barranco de Badajoz. En Gran Canaria a pesar de las labores de reforestación en torno al antiguo bosque de Doramas en las medianías del Norte, apenas quedan zonas importantes de manifestaciones de laurisilva, destacando áreas discontinuas de Monte verde en los Tiles de Moya y Barranco Oscuro; en El Hierro, solamente en las laderas altas de El Golfo encontramos muy pequeñas áreas de laurisilva genuina en un núcleo algo más extenso de fayal-brezal.



**Figura 4.5;** Aspecto general del Monte verde y Laurisilva en La Gomera (Claudio Moreno Medina)





**Figura 4.6;** La aportación adicional de humedad a través del mar de nubes permite el establecimiento de un bosque cerrado de Monteverde en El Hierro (Claudio Moreno Medina)

Aunque esta formación presenta una fisionomía homogénea pueden distinguirse en ella diversas comunidades, tanto arbóreas (bosque) como matorrales. El bosque, como ya hemos visto presenta distintos tipos de árboles perennifolios con algunas lianas, yedras, gibalberas, zarzaparrilla (*Hedera helix*, *Semele androgyna*, *Smilax* spp., respectivamente) que son comunes localmente, entre los que destacan los que tienen una amplia distribución en el Monteverde, es decir son más generalistas, que constituyen una matriz en la que se intercalan otras especies. La combinación de tales especies con el predominio de unas sobre otras como consecuencia de la variación de las condiciones ambientales permite diferenciar distintos tipos de vegetación en su seno como veremos en detalle más adelante. Al Monteverde húmedo, Monteverde higrofítico, Monteverde seco y Monteverde de cresterías pueden añadirse las saucedas (*Salix canariensis*) que ocupan barrancos que mantienen cursos de agua y que permiten el desarrollo de esta formación que cuando se degradan se van convirtiendo en impracticables zarzales. El fayal-brezal constituye el típico matorral arborescente (sin llegar a la talla del bosque en sí) con signos de aprovechamiento (tocones, rebrotes, etc.) que representa una laurisilva degradada, en el sentido de que está modificada por las seculares actividades humanas, lo que ha propiciado su extensión y desarrollo. Este aprovechamiento directo o indirecto con el paso del tiempo ha favorecido la extensión de los matorrales típico de los bordes del bosque y que hoy constituyen comunidades arbustivas de retamares y codesa-

res a modo de orla arbustiva de las áreas más trabajadas y abiertas. Finalmente habría que destacar unas comunidades herbáceas que actúan como orlas naturales de plantas vivaces de múltiples especies que se desarrollan en zonas de semisombra y en sustratos húmedos y con materia orgánica en descomposición.

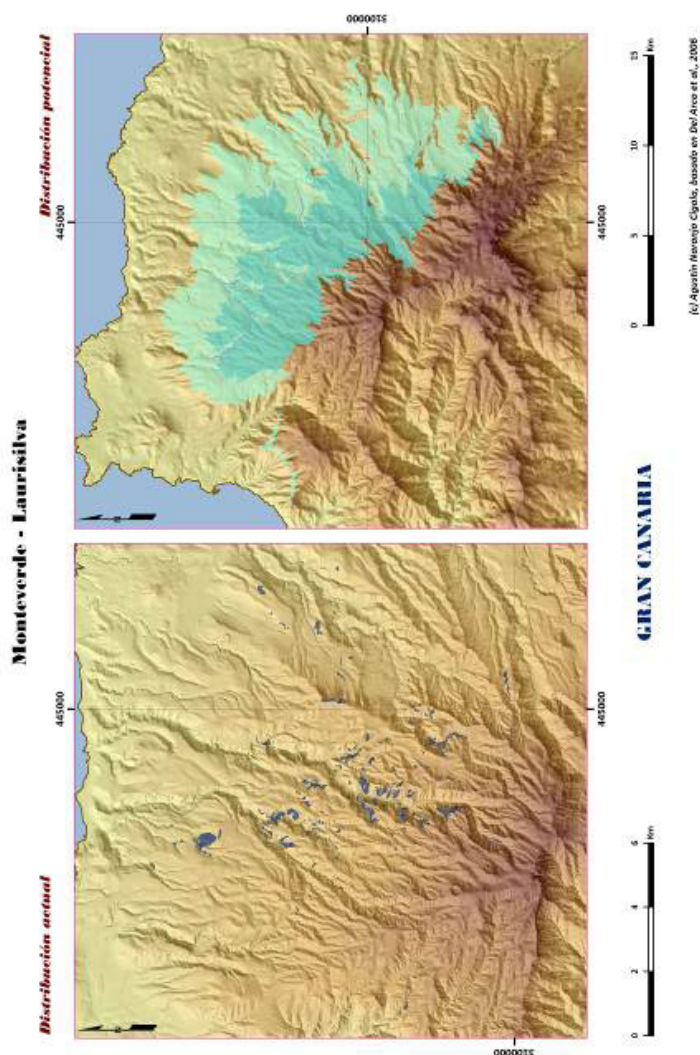


Figura 4.7; Distribución potencial y actual la Laurisilva en la isla de Gran Canaria



En la actualidad su distribución en el archipiélago está restringida a las islas occidentales y aunque en general en la mayor parte de dichas islas la distribución actual coincide con la extensión original, en el pasado se trataba de una laurisilva pura y en la actualidad las masas más extensas corresponden a un fayal-brezal más pobre en especies y ecológicamente menos estructurado. La excepción es la isla de Gran Canaria donde la distribución original, que comprendía el famoso bosque de Dornas y que reunía más nacientes que el resto de las islas juntas, se ha visto espectacularmente mermada, ocupando hoy sólo el 1 % de la extensión original, según las previsiones más optimistas.

#### **4.2. Tipos de Monteverde: organización del bosque**

La laurisilva propiamente dicha o **Monteverde húmedo** es una de esas unidades o tipos dentro del monteverde más genuino, tanto por la riqueza florística como por sus rasgos estructurales de bosque de talla alta, denso y cerrado que se distribuye a barlovento de las islas centrales y occidentales (Gran Canaria, Tenerife, La Gomera, La Palma y El Hierro) entre los 800 y los 1.200 metros sobre el nivel del mar, afectado plenamente por el mar de nubes de los alisios y normalmente sobre un sustrato de carácter básico y suelos más o menos estructurados. Está compuesto por un número importante de árboles y arbustos que presentan la singularidad de poseer hojas planas (algunas especies presentan sin embargo hojas aciculares), lustrosas y glabras que persisten en el árbol durante todo el año. Entre los árboles destacan especies como el viñático (*Persea indica*), la hija (*Prunus lusitánica*), el adorno (*Heberdenia excelsa*), el barbuzano (*Apollonias barbujana*) y en las cotas más bajas el naranjero salvaje (*Ilex platyphylla*), el laurel (*Laurus novocanariensis*), el acebiño (*Ilex canariensis*), la faya (*Morella faya*) y el brezo (*Erica arborea*). También participan en este conglomerado multiespecífico otros arbolillos de menor talla como los follaos (*Viburnum rigidum*), los sanguinos (*Rhamnus glandulosa*) y más raramente los saúcos (*Sambucus palmensis*), además de un sinfín de diversos arbustos y helechos.

Por encima, en altitud, de esta formación genuina desde los 1.300 hasta los 1.500 metros, y solamente en las islas más occidentales (Tenerife, La Gomera, La Palma y El Hierro) podemos encontrar, de forma muy testimonial, un tipo de monteverde de talla media alta en el que la especie predominante de manera significativa es la faya (*Morella faya*) aunque también participan junto a ella en la configuración de este fayal otras especies tolerantes al frío como los brezos (*Erica arborea*), los acebiños (*Ilex canariensis*) y en menor medida algún laurel (*Laurus novocanariensis*)

en las zonas más bajas. Debido a la altitud a la que puede llegar este **fayal-breza de altura** está sometido a condiciones más frías y durante gran parte del verano se encuentra desprovisto de las nieblas de los alisios por lo que sólo aquellas especies más resistentes son las que componen este tipo de laurisilva aunque también, por las mismas razones, se pueden encontrar especies propias de los pinares como el propio pino canario (*Pinus canariensis*) y matorrales asociados como el codeso (*Adenocarpus foliolosus*).

En aquellas zonas expuestas a los vientos, cresterías y laderas abruptas, cabeceras altas de barrancos, que se encuentran en el rango de presencia de nieblas durante todo el año y como consecuencia de su situación orográfica, fuertemente venteadas, se desarrolla un tipo de Monteverde compuesto por aquellas especies acicifolias (hojas aciculares) adaptadas al efecto mecánico y desecante del ambiente. El árbol más representativo de este **breza de cresterías** que tiene su óptimo en torno a los 1.000-1.100 m., es el tejo (*Erica platycodon*) aunque se ve acompañado por algunos laureles (*Laurus novocanariensis*), follaos (*Viburnum rigidum*), hijas (*Prunus lusitánica*) y acebiños (*Ilex canariensis*). El constante batimiento de los vientos dificulta el desarrollo de portes generosos y confiere a la zona, por su efecto desecante, unos rasgos xerofíticos pero la permanente presencia del mar de nubes batiendo el relieve y los órganos aéreos de estas especies proporciona un aporte adicional de humedad, duplicando o triplicando los valores de la precipitación estacional. Es lo que se conoce como precipitación de niebla o precipitación horizontal. Esta cualidad hace que la cobertura briofitolíquénica (musgos y líquenes) sea muy importante y que el sotobosque de esta formación esté compuesto por una amplia variedad de helechos como la pijara (*Woodwardia radicans*), el helecho macho (*Pteridium aquilinum*) y otros (*Asplenium onopteris*, *Dryopteris oligodonta* y *Blechnum spicant*).

En los fondos de barrancos, vaguadas y arroyos con cursos de agua permanente cuyos lechos se mantienen húmedos durante casi todo el año o con una alta frecuencia de nubes y el consiguiente aporte adicional de la precipitación de nieblas, son zonas de una alta humedad ambiental y edáfica donde se desarrolla un **Monteverde higrófilo** dominado sobre todo por el til (*Ocotea foetens*) y en menor medida algunos laureles (*Laurus novocanariensis*), naranjeros salvajes (*Ilex platyphylla*), follaos (*Viburnum rigidum*) y un sotobosque abundante de helechos higrófilos (*Diplazium caudatum*, *Culcita macrocarpa*, *Vandenboschia speciosa*, etc.). A barlovento de las islas de Tenerife, La Gomera y La Palma (en Gran Canaria hoy día sólo existen vestigios reducidos de este tipo de bosque) podemos encontrar los escasos ejemplos más significativos si bien el progresivo desecamiento secular de los cauces de los barrancos, las talas y aclareos y otros aprovechamientos, ha supuesto un retro-

ceso significativo haciendo que sus rasgos específicos se disipen frente a la presencia o abundancia de otras especies de la propia laurisilva o de zarzales y saucedas.

El denominado **Monteverde seco** se desarrolla en cotas inferiores al mar de nubes del alisio en torno a los 800 metros sobre el nivel del mar. Se trata de un bosque de talla media, denso, que presenta tolerancias a condiciones más xéricas, ocupa a veces las laderas meridionales, de manera fragmentada, por donde rebosa el mar de nubes, cornisas de barrancos o laderas con exposiciones más térmicas hacia el Noroeste y, en ocasiones, sobre sustratos sálicos puede desarrollarse en zonas de pinares configurándose una unidad de vegetación mixta de pinar con Monteverde. Las especies más representativas varían según las distintas islas donde aparece esta formación (Gran Canaria, Tenerife, La Gomera, La Palma y El Hierro) son el madroño canario (*Arbutus canariensis*), el barbuzano (*Apollonias barbujana*), el mocán (*Visnea mocanera*) y el palo blanco (*Picconia excelsa*). También se pueden encontrar fayas, brezos, acebiños, adernos y folllaos.



**Figura 4.8;** Aspecto del interior de un bosque de Laurisilva (Claudio Moreno Medina)

Otras comunidades pueden considerarse como parte de la laurisilva ya que presentan muchos elementos típicos pero aunque las condiciones físicas son las adecuadas, se trata de ambientes transformados por las actividades humanas que favorecen el desarrollo de otras formaciones, bien arbóreas o bien arbustivas que reciben a veces la denominación de formaciones o matorrales de sustitución de la laurisilva. Uno de esos ejemplos son las **saucedas** de sauce canario (*Salix canariensis*) que es

una comunidad típicamente heliófila que se desarrolla en los barrancos en los que fluye agua corriente gran parte del año. Aunque se trata de una comunidad azonal que podemos encontrar a distintas altitudes siempre y cuando se den las condiciones apropiadas para su desarrollo, anteriormente descritas, en el ámbito de desarrollo del Monteverde la eliminación, por parte de la acción antrópica, de los árboles más higrotolerantes (tiles, viñátigos, etc.) parece que favorece la extensión de las saucedas en los barrancos de las Medianías insulares en el ámbito del Monteverde donde además del sauce aparecen fayas y brezos y zarzales (*Rubus ulmifolius*) en zonas algo más nitrófilas.

Sin embargo, la formación vegetal más característica que procede de la degradación de origen humano de la laurisilva pura es el **fayal-brezal** o el brezal puro. Tiene una fisionomía arbustiva, de cobertura variable, según el grado de antropización, en la que dominan los brezos (*Erica arborea*), las fayas (*Morella faya*) y los acebiños (*Ilex canariensis*) y una gran variedad de arbustos.

## 5. Pinares

### 5.1. El Pinar canario: características ambientales en las que se desarrolla

El pinar canario típico es una formación vegetal abierta que se desarrolla preferentemente por encima del mar de nubes en la vertiente de barlovento (1.400 a 2.000 metros sobre el nivel del mar, aproximadamente), mientras en las vertientes meridionales se desarrolla prácticamente en las Medianías sobre una media de 900 a 2.200 metros aunque estas cotas son muy variables dada su afinidad por sustratos ácidos o coladas volcánicas recientes, que le permiten bajar hasta altitudes cercanas a la costa. La especie tipo y única en el estrato arbóreo es el pino canario (*Pinus canariensis*) si bien presenta un sotobosque que aunque no muy diverso si presenta notables endemismos particulares para cada una de las islas donde es posible encontrar pinares: Gran Canaria, Tenerife, La Palma y El Hierro y puntualmente en La Gomera relegados a roques y afloramientos sálicos. En Fuerteventura se constata la presencia de pinos aunque no formando una comunidad vegetal que pueda mencionarse como pinar. Su óptimo ambiental está caracterizado por unas precipitaciones que rondan los 450 a 550 milímetros, cifras que pueden variar desde los 300 milímetros hasta los 800, y una temperatura media anual entre 11 y 15 grados centígrados. Su área de distribución en las cotas superiores, por encima de los 1.500 m, se ve influenciada por el alisio cálido y seco del Noroeste que incorpora unas

condiciones de sequedad acentuadas en las vertientes meridionales por la insolación prolongada y la escasa humedad ambiental. En invierno soporta heladas más o menos frecuentes en las cotas superiores y ocasionalmente algunas nevadas que pueden ser de importancia.

El pino canario (*Pinus canariensis*), además de ser la principal especie forestal del archipiélago canario ocupando el 60% de la masa forestal es uno de los endemismos botánicos más notables y también un interesante modelo de adaptación ya que es considerado un fósil viviente que representa un tipo ancestral de pino que se diversificó en las actuales especies mediterráneas. Posee un extraordinario sistema radicular, con una raíz principal pivotante muy robusta si el sustrato lo permite y otras secundarias que se extienden de una manera muy vigorosa en varias direcciones. Este sistema le proporciona un extraordinario agarre al sustrato permitiéndole la supervivencia en distintos tipos de suelo, incluyendo los mencionados malpaíses volcánicos. Los pinos jóvenes, crecen con rapidez y en pocas décadas alcanzan la altura de una decena de metros adquiriendo un corte típicamente piramidal que lo acompañará unas cuantas décadas más. Su corteza, a lo largo de los años se va engrosando superponiéndose las distintas capas anuales unas encima de las otras, oscureciéndose y cuarteándose hasta presentar una textura laminada de hasta 8 centímetros de grosor. Sus hojas, denominadas acículas, son finas y largas (hasta 30 centímetros) y se presentan unidas de tres en tres unidades por su base formando grandes manojos en los extremos de las ramas más jóvenes. El pino canario es un árbol monoico, es decir, tiene las flores masculinas y femeninas en el mismo ejemplar aunque distribuidas a diferente altura.

En primavera, las flores masculinas expulsan al aire grandes cantidades de polen perceptible como nubes de color amarillo que tapizan los caminos y vías forestales y los cursos de agua. Las inflorescencias femeninas son los conos o las populares piñas que cuando son jóvenes tienen un color verde que va tornándose en marrones a medida que van madurando una vez fecundadas. Cuando se completa su desarrollo una parte de las piñas presentes en el árbol, se abren y liberan las semillas o piñones que están provistos de una especie de ala que facilita su transporte por viento y, a larga distancia, por mar. No todas las piñas liberan los piñones con el paso del tiempo pues existe un porcentaje importante de estas piñas que permanecen cerradas durante varias anualidades esperando ser liberadas bruscamente sólo durante un incendio, constituyéndose un banco de semillas aéreo dispuesto a facilitar la posterior regeneración tras el fuego.

Los pinos adultos pueden alcanzar con facilidad los 20 y 30 metros de altura, dándose casos en que ejemplares centenarios que llegan hasta los 50 metros. Estos pinos

viejos o pinos padre, que normalmente tienen nombre propio (Pino Gordo, Pino de Pílancones, Pino de Casandra, Pino Paraguas, Pino de La Cancela, Pino del Rayo, Pino del Majano, etc.) presentan copas aparasoladas de formas irregulares o formas *enteadas* como consecuencia de la ralentización de su crecimiento en altura, si bien no así sus ramas que crecen longitudinalmente. Varios autores consideran al pino canario como un fósil viviente, representante de un tipo ancestral de pino cuyos fósiles abundan alrededor del Mediterráneo y por lo tanto presenta una estrecha relación filogenética con todos los pinos mediterráneos genuinos (*Pinus pinaster*, *P. pinea*, *P. halepensis*, *P. brutia* y *P. heldreichii*) y además con el pino del Himalaya (*P. roxburghii*). Su antigüedad, que algunos autores remontan hasta el Jurásico, puede justificar, sus afinidades morfológicas con especies del Centro y Norte de América, e incluso del Sureste Asiático (*P. merkusii*).

Probablemente fue una de las primeras plantas que colonizó el archipiélago canario donde logró sobrevivir a los drásticos cambios climáticos de finales del Mioceno gracias a la abrupta topografía y a la estabilidad climática. En términos históricos, la información más antigua conocida se remonta al siglo I d.C. en la que el malogrado naturalista romano Plinio El Viejo en su famoso relato sobre la expedición enviada por Juba II a las legendarias Islas Afortunadas, menciona la abundancia de piñones de pino en la isla que llama *Canaria*. Pero con la decadencia del Imperio Romano Occidental hacia el siglo V d.C. las Islas Canarias entran en una fase de olvido que se prolongó hasta varios siglos más tarde. A partir del siglo XV, en las primeras crónicas de la conquista normanda ya se mencionan la presencia de grandes bosques de pinos en las montañas de las islas más altas. Los primeros aprovechamientos forestales del pinar empezaron incluso antes de consolidar las conquistas de algunas islas gracias a pactos con los aborígenes para la extracción de pez o brea y madera de tea. Obviamente los aborígenes ya habían establecido un primer nivel de transformación del pinar usando la madera para la construcción de armas, varas, bastones de mando, ajuar doméstico, tabloneros funerarios, antorchas, etc. pero carecían de la cultura tecnológica necesaria y por lo tanto no produjeron un gran impacto. Sin embargo, los nuevos pobladores europeos a partir del siglo XV comenzaron un sistemático aprovechamiento de las masas forestales y concretamente en el pinar la extracción de brea y tea supuso una merma paulatina y considerable del estado de salud de los pinares canarios a pesar de las tempranas medidas reguladoras que se trataron de imponer. En los primeros momentos, el uso generalizado de los hornos de brea con un rendimiento muy bajo (para obtener un kilo de brea era necesario quemar 10 kilos de tea) significaba la desaparición de 150.000 toneladas de tea anuales cuyo producto incluso se exportaba a las Indias y a la costa de Guinea.

En los siglos posteriores, alcanzándose el máximo desarrollo agrícola y ganadero y un aumento progresivo del contingente poblacional, continuaron siendo importantes los aprovechamientos forestales (leña, carbón, resina, madera para la construcción, aperos, utensilios domésticos) mermando paulatinamente la extensión del bosque en el archipiélago hasta bien entrados la primera mitad del siglo XX. Este siglo supuso también, sin embargo, la toma de conciencia de la necesidad de la defensa de los montes canarios y se gestaron Juntas de Repoblaciones y Conservación Forestal, se emitieron Decretos que establecían los Perímetros de Repoblación Forestal Obligatoria etc. que al mismo tiempo que disminuían los aprovechamientos, por innecesarios, aumentaban las repoblaciones y se establecían los primeros territorios protegidos como Parques Nacionales, lo que ha permitido una recuperación de las masas de pinar aunque precisan en la actualidad tratamientos silvícolas que las naturalicen o, en algunos casos, una sustitución de las especies foráneas de pinar por el endemismo canario.

## **5.2. Los pinares de Canarias**

El pinar canario se encuentra bien representado en cuatro de las islas con mayor altitud, Gran Canaria, Tenerife, La Palma y El Hierro y de manera muchísimo más testimonial en la isla de La Gomera. Aunque su riqueza específica es baja, en relación con otras formaciones vegetales canarias, presenta un cortejo florístico en su sotobosque con una alta endemidad insular lo que ocasiona que florísticamente en los pinares de cada una de las islas podamos encontrar diferencias por la presencia de especies subarborescentes y arbustivas diferentes. El pino canario es el árbol más abundante y característico de esta comunidad aunque quizás el cedro canario (*Juniperus cedrus*) pudo haber participado como otra especie arbórea pero su fragilidad ante el fuego reiterado y su apreciada madera en ebanistería hace que hoy sólo lo encontremos relegado (en las islas en las que es más frecuente) a roquedos inaccesibles incluso a los incendios.

En **Gran Canaria**, el pinar es la comunidad arbórea mejor representada en la isla, aunque favorecida por las reforestaciones. Presenta varios núcleos geográficos bien diferenciados: pinares de Tamadaba-Altavista; pinares de Ojeda, Inagua y Pajonales; pinares de Tauro; y pinares de Tirajana y Pílancones. Aparte del pino canario, las especies más características son el escobón negro (*Chamaecytisus proliferus* subsp. *meridionalis*), los jarones (*Cistus ocreatus* y *C. horrens*), poleos (*Bystropogon origanifolius* var. *canariae*), tomillos (*Micromeria pineolens*, *Micromeria helianthemifolia* y *Micromeria benthamii*), corazoncillos (*Lotus holosericeus* y *Lotus spartioides*),



etc. Los pinares de Tamadaba representan una fase de transición entre el Monteverde y el pinar por su ubicación geográfica, Noroeste de la isla, donde los niveles de humedad por las invasiones temporales de niebla proporciona un hábitat idóneo para dicha combinación de ecosistemas. Es común encontrar en estos pinares algunos elementos de la laurisilva, algunos más frecuentes que otros como el brezo (*Erica arborea*), acebiños (*Ilex canariensis*), laureles e incluso algunos viñáticos (*Persea indica*) y fayas (*Morella faya*) en los paredones del Macizo orientados al Noroeste. También resulta significativo encontrar otros arbustos y subarbustos como el olivillo (*Phillyrea angustifolia*), el tomillón de Tamadaba (*Micromeria pineolens*), maljuradas (*Hypericum grandifolium*), rosalitas (*Dendriopoterium menendezii*) y raramente además de los jarones (*Cistus ocreatus*) y algunas especies raras como las lenguas de pájaro de Guayedra (*Globularia ascanii*), que denotan una mayor humedad edáfica. Análogamente el alto grado de epifitismo sobre los troncos y copas de los pinos, evidencian el carácter húmedo de estos pinares.



**Figura 4.9;** Pinar de Tamadaba (Gran Canaria) con el aporte de humedad adicional proveniente del mar de nubes (Claudio Moreno Medina)

Los pinares meridionales, los más termófilos, de Gran Canaria se distribuyen en contacto con los bosques termoesclerófilos y la variedad del sotobosque es más escasa que el pinar húmedo de Tamadaba, en el que intervienen especies típicas de las comunidades vegetales colindantes. En cotas superiores y más húmedas dentro de esta vertiente, encontramos una amplia distribución de estos pinares con sotobosques de retama amarilla (*Teline microphylla*) y codesos (*Adenocarpus folio-*



*losus* var. *villosus*), mientras que en el Suroeste, más seco, son abundantes junto a los pinares los escobonales (*Chamaecytisus proliferus* subsp. *meridionalis*) en los cauces de las barranqueras mientras en los suelos más pobres domina la jara (*Cistus monspeliensis*) acompañada por lavandas (*Lavandula minutolii*), corazoncillos (*Lotus holosericeus*) y tomillos (*Micromeria benthamii*) y en sustratos más nitrófilos aparecen junto a las tabaibas amargas (*Euphorbia regis-jubae*). En determinadas condiciones ambientales (elevada humedad atmosférica, suelos profundos, etc.) el escobón del sur de Gran Canaria (*Chamaecytisus proliferus* subsp. *meridionalis*), adquiere una mayor importancia en el sotobosque del pinar, configurándose un matorral densísimo, con alturas de hasta 8 m, en el que se presentan de forma aislada algunos pinos. Junto al escobón, en estos sitios son frecuentes otras especies raras en el resto del pinar como el poleo (*Bystropogon origanifolius* var. *canariae*), la magarza de cumbre (*Argyranthemum adauctum* subsp. *canariensis*) e incluso la salvia blanca (*Sideritis dasynaphala*). Por el contrario se hace raro el jarón (*Cistus horrens*), una de las especies más comunes del pinar.



**Figura 4.10;** Pinar de Inagua (Gran Canaria) (Claudio Moreno Medina)

En la isla de **Tenerife**, el pinar se circunscribe alrededor de la isla siendo su límite superior entre los 1.900 y 2.100 en el Norte y entre los 2.150 y 2.250 al Sur. La presencia de coladas sálicas en varios sectores del Sureste y Suroeste de la isla hacen que los pinares, más xéricos, desciendan a cotas muy bajas en contactos con formaciones vegetales basales. También en el Norte de la isla, sobre coladas sálicas, el pinar des-

ciende mezclándose con el Monteverde y el sabinar. Junto con el pino canario es posible encontrar algunos ejemplares de cedro canario en las cotas más altas pero relegado a las zonas más abruptas, asimismo una de las especies más significativa del pinar tinerfeño es el escobón (*Chamaecytisus proliferus* subsp. *angustifolius*) que puede llegar a ser dominante no sólo en el sotobosque sino constituyendo matorrales más o menos extensos. Junto a este elemento aparecen otras leguminosas herbáceas como la magarza del pinar (*Argyranthemum adauctum* subsp. *du-gourii*), chajoras (*Sideritis soluta* y *Sideritis oroteneriffae*), corazoncillo del pinar (*Lotus campylocladus*) que es dominante en zonas más alteradas por el pastoreo, en claros y márgenes del pinar o tras los incendios.

Entre estos otros tipos de pinares se reconocen los pinares del Sur, más pobres en especies distribuidos básicamente en las vertientes meridionales entre los 1.200 y 2.250 metros sobre el nivel del mar y los pinares húmedos, típicos de las vertientes Norte que constituyen un claro ecotono con el Monteverde donde el pino canario comparte protagonismo con brezos (*Erica arborea*) y fayas (*Morella faya*) además de los arbustos maljurada (*Hypericum grandifolium*) y trovisca (*Daphne gnidium*). En los límites inferiores y a sotavento, los pinares en su sotobosque comparten especies con el cardonal-tabaibal como la tabaiba amarga (*Euphorbia regis-jubae*) además de con las omnipresentes jaras (*Cistus monspeliensis*). En zonas de suelos sálicos sobre rocas fonolíticas puede aparecer con más frecuencia el cedro canario (*Juniperus cedrus*) junto con la jara de cumbre (*Cistus osbaeckiaefolius*), y en estas zonas altas cercanas a las Cañadas del Teide encontramos pinares con la retama del Teide (*Spartocytisus supranubius*) que en ocasiones, en ambientes más heliófilos sobre suelos alterados y pastoreados, quemados, etc. es el codeso de cumbre (*Adenocarpus viscosus* subsp. *viscosus*) el sotobosque predominante.

Por último, en las medianías medias y altas de la vertiente Norte de la isla, existen varias zonas en las que el pinar se entremezcla con algunos elementos del Monteverde como laureles (*Laurus novocanariensis*), acebiños, (*Ilex canariensis*), fayas (*Morella faya*), madroños (*Arbutus canariensis*), barbujanos (*Apollonias barbuja-na*) y brezos (*Erica arborea*) como consecuencia de la combinación del sustrato volcánico ácido y la incidencia del mar de nubes.

A pesar de la actividad antrópica y de los incendios, el pinar está bien representado en la isla debido a que ha sido favorecido por reforestaciones en su área potencial. Son de destacar los viejos bosques de Santa Úrsula, Icod, Adeje, Vilaflor, Arico y Candelaria, que hoy se mezclan con las áreas repobladas.

Alrededor de los 1.500 metros sobre el nivel del mar en la isla de **La Palma** y hacia el interior, en contacto con el Monteverde en las vertientes Norte y con el sabinar en las meridionales se distribuyen los bosques de pinos. En torno a la Caldera de Taburiente, extendiéndose desde su borde hacia el Norte incluso a cotas bajas; al Sur en las zonas culminantes (Cumbre Vieja) y se trata de la comunidad vegetal que muestra mayor extensión, en la actualidad, a pesar de la importante actividad antrópica secular y de los innumerables incendios. Las especies más representativas, además del pino canario, son el amagante (*Cistus symphytifolius* var. *symphytifolius*), el corazoncillo del pinar (*Lotus hillebrandii*), el poleo de monte (*Bystropogon origanifolius* var. *palmensis*) y el escobón palmero (*Chamaecytisus proliferus* subsp. *proliferus* var. *calderae*), entre otras. Podemos encontrar diferencias entre el cortejo florístico en función de la orientación y altitud en la que se desarrollen identificando subtipos con especies acompañantes específicas. Así, los pinares más xéricos, fuera de la influencia del alisio se caracterizan por la abundancia del amagante, mientras en los pinares húmedos, en contacto con el Monteverde, es significativo encontrar fayas, brezos y acebiños. Los pinares de cumbre en el Norte de la isla en contacto con la alta montaña, presentan elementos del matorral cumbreño, mientras que los pinares meridionales asentados sobre un sustrato volcánico reciente, tienen al codeso (*Adenocarpus foliolosus*) como acompañante más abundante.

En **El Hierro** el pinar se distribuye en la parte central y culminante de la isla. Su estructura y fisonomía se corresponde con la de un bosque abierto que recibe ocasionalmente, por rebose, la influencia del mar de nubes. Este pinar herreño, al igual que el resto de los pinares canarios, se muestra como una formación vegetal oligoespecífica con el pino como elemento arbóreo característico, pero aún más empobrecido, pues está ausente en gran parte de su área el jarón (*Cistus symphytifolius*) y no se conoce la existencia del escobón (*Chamaecytisus proliferus*) vinculado al pinar, a pesar de tratarse de plantas comunes en los pinares de las otras islas. Sólo en los escarpes de Las Playas se liga el jarón al pinar edafoxerófilo allí existente. El poleo (*Bystropogon origanifolius* var. *ferrensis*) también se localiza en dicha zona, pero además se encuentra disperso en riscos dentro del área potencial del pinar, lo que ha permitido ligarlo a esta formación como planta característica específica. El rebose del mar de nubes, ya mencionado, pero sobre todo a la naturaleza lávica del sustrato permite que en determinados sectores del pinar encontremos varias especies del Monteverde, las pioneras y más resistentes a la sequía como el brezo (*Erica arborea*) y la faya (*Morella faya*). Mientras en la vertiente Sur de la isla encontramos al pinar asociado al sabinar (*Juniperus turbinata* subsp. *canariensis*).

La naturalidad de los pinares de **La Gomera** ha sido puesta en discusión durante bastante tiempo por distintos investigadores pero trabajos recientes hacen pensar en

la existencia de pinares naturales en la isla y que su escasa representación fue consecuencia de un intensísimo aprovechamiento que lo hizo desaparecer casi al completo. Hoy día se consideran pinares naturales los de Imada y los de Garabato, que se desarrollan sobre un sustrato sálico; en el primero aparecen junto a escobones (*Chamaecytisus proliferus* subs. *angustifolius*), poleos (*Bystropogon origanifolius*), y otros acompañantes que muestran su carácter xerófilo (*Kleinia neriifolia*, *Euphorbia berthelotii*, *Echium aculeatum* y *Cistus monspeliensis*); y en el segundo, son típicos acompañantes la sabina (*Juniperus turbinata* subsp. *canariensis*) entre otras: *Brachypodium arbuscula*, *Spartocytisus filipes*, *Erica arborea* e *Ilex canariensis*.

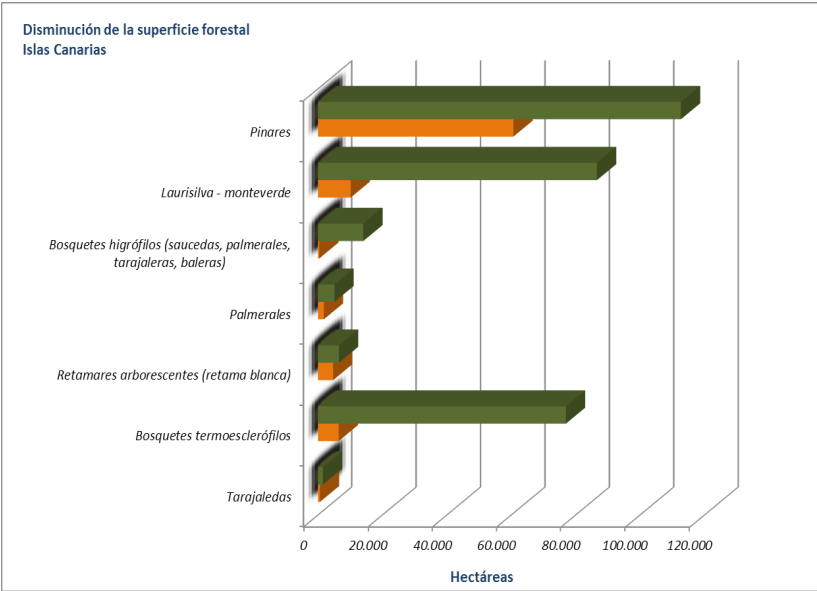
## 6. Conservación de los bosques en Canarias

La evidencia de la disminución de la cubierta forestal original en el archipiélago es objeto de estudio desde múltiples perspectivas (ver bibliografía). Las causas principales han sido los distintos tipos de actividades antrópicas, primero desde la llegada de los aborígenes y posteriormente de una manera muy intensa cuando llegan los primeros europeos hasta la actualidad. Desde la segunda mitad del siglo XX poco a poco empiezan a protegerse distintas zonas de alto valor natural mediante la legislación y constitución de Parques Nacionales y redes de Espacios Naturales Protegidos; la tendencia hacia la concentración de los núcleos urbanos y la mayoría de las actividades humanas hacia las zonas costeras, perjudica a muchas formaciones vegetales pero desahoga a otras que tienen su distribución en las zonas interiores de las islas. En los últimos tiempos hay una aumento de la revegetación en dichas zonas pero en muchos casos se trata de una vegetación de sustitución que sin embargo genera expectativas a medio y largo plazo donde la natural sucesión ecológica reemplazará los matorrales pioneros por una vegetación climácica y en algunos casos de tipo forestal.

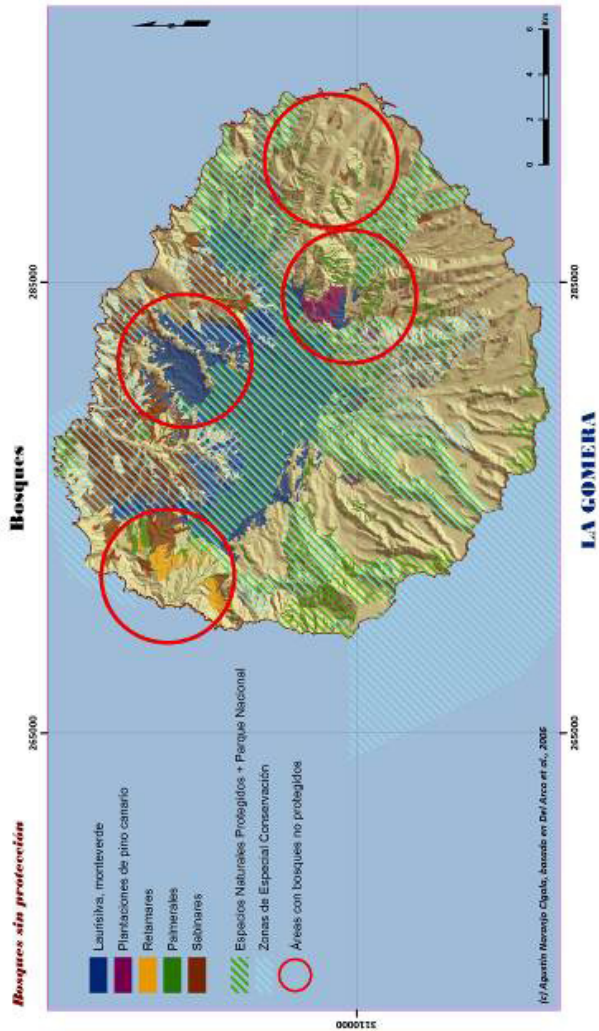
La correcta gestión, en estos últimos tiempos de las masas forestales en los distintos espacios naturales protegidos acelerará el proceso de regeneración natural pero si va asociada a un profundo y amplio matiz de concienciación ambiental y sensibilización ciudadana amparado por una investigación científica seria y comprometida. El último paso, urgente, es el compromiso de la Administración a todos los niveles para implicarse en la conservación de lo que ya figura como protegido, haciendo efectivas la legislación que los regula y participando de la idea de lo que aún queda por hacer: planes de recuperación de especies; restauración de ecosistemas, inclusión de nuevas áreas forestales en algún ámbito de protección, ... etc.

**Tabla 4.1:** Disminución de la superficie forestal potencial en relación con la actual. Hectáreas perdidas y porcentajes.

BOSQUES DE CANARIAS	ISLAS CANARIAS				
	Hectáreas				
	ACT	POT	Diferencia Has.	% de pérdida	% de persistencia
<i>Tarajaledas</i>	624	1.552	-928	-59,79	40,21
<i>Bosquetes termoesclerófilos</i>	6.430	76.981	-70.551	-91,65	8,35
<i>Retamares arborescentes (retama blanca)</i>	4.704	6.523	-1.819	-27,89	72,11
<i>Palmerales</i>	1.845	5.123	-3.278	-63,99	36,01
<i>Bosquetes higrófilos (saucedas, palmerales, tarajaleras, baleras)</i>	429	14.083	-13.654	-96,95	3,05
<i>Laurisilva - monteverde</i>	10.180	86.622	-76.442	-88,25	11,75
<i>Pinares</i>	60.677	112.698	-52.021	-46,16	53,84
Fuente: Del Arco, M. et al. Biodivers Conserv (2010) 19:3089–3140					



**Figura 4.11:** Disminución de la superficie forestal (Islas Canarias). En verde la superficie potencial; en naranja la actual



**Figura 4.12;** Bosques excluidos de la red de espacios naturales protegidos (La Gomera) de espacios naturales protegidos (La Gomera)

**Tabla 4.2:** Disminución de la superficie forestal (por islas). En verde casos en los que ha aumentado.

BOSQUES DE CANARIAS	LZ			FV			GC			TF		
	ACT	POT	% pérd.	ACT	POT	% pérd.	ACT	POT	% pérd.	ACT	POT	% pérd.
Tarajaledas	0	0		378	598	-36,8	209	488	-57,2	22	345	-93,6
Bosquetes termoesclerófilos	3	1.761	-99,8	109	2.769	-96,1	1.868	16.959	-89,0	436	29.691	-98,5
Retamares arborescentes (retama blanca)	0	0		0	0		173	0	100,0	1.562	279	117,9
Palmerales	0	0		370	7	101,9	593	2.035	-70,9	34	1.591	-97,9
Bosquetes higrófilos (saucedas, palmerales, tarajaleras, baleras)	0	0		0	1.085	-100,0	101	6.442	-98,4	129	4.636	-97,2
Laurisilva - monteverde	0	0		5	5	0,0	165	19.331	-99,1	1.996	32.641	-93,9
Pinares	0	0		0	0		9.021	30.888	-70,8	26.972	50.575	-46,7
	GO			LP			EH					
	ACT	POT	% pérd.	ACT	POT	% pérd.	ACT	POT	% pérd.			
Tarajaledas	10	80	-87,5	5	11	-54,5	0	0				
Bosquetes termoesclerófilos	2.775	10.682	-74,0	50	6.251	-99,2	1.189	8.868	-86,6			
Retamares arborescentes (retama blanca)	403	427	-5,6	2.516	5.817	-56,7	50	0	100,0			
Palmerales	837	1.480	-43,4	11	10	10,0	0	0				
Bosquetes higrófilos (saucedas, palmerales, tarajaleras, baleras)	192	1.294	-85,2	7	626	-98,9	0	0				
Laurisilva - monteverde	3.575	9.539	-62,5	3.641	18.878	-80,7	798	6.228	-87,2			
Pinares	45	651	-93,1	23.131	27.700	-16,5	1.508	2.884	-47,7			

Fuente: Del Arco, M. et al. Biodivers Conserv (2010) 19:3089–3140

## Bibliografía consultada y referencias

- ACEBES, J.R. *et al.* (2001). Pteridophyta & Spermatophyta. En I. Izquierdo et al. (eds.). Lista de especies silvestres de Canarias (hongos, plantas y animales terrestres) (98-140). Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente. Gobierno de Canarias.
- CLIMENT, J. *et al.* (2007). El pino canario (*Pinus canariensis*), una especie singular. Ecosistemas, 1, 1-10.
- CLIMENT, J., et al. (2004). Fire adaptations in the Canary Islands pine (*Pinus canariensis*). Plant Ecology, 171,185-196.
- CLIMENT, J. *et al.* (2002). Relationship between heartwood radius and early radius growth, tree age, and climate in *Pinus canariensis* Sm. Canadian Journal of Forest Research, 32, 103-111.
- DEL ARCO, M.J. *et al.* (2010). Actual and potential natural vegetation on the Canary Islands and its conservation status. Biodivers. Conserv. 19:3089–3140.
- DEL ARCO, M.J. *et al.* (2006). Mapa de Vegetación de Canarias. Santa Cruz de Tenerife: GRAFCAN.
- DEL ARCO, M.J. *et al.* (1992). Atlas Cartográfico de los Pinares Canarios: II. Tenerife. S/C de Tenerife: Dirección General de Medio Ambiente y Conservación de la Naturaleza, Consejería de Política Territorial, Gobierno de Canarias.
- DEL ARCO, M.J. *et al.* (1990). Atlas cartográfico de los pinares canarios: La Gomera y El Hierro. S/C de Tenerife: Viceconsejería de Medio Ambiente y Conservación de la Naturaleza. Consejería de Política Territorial, Gobierno de Canarias.
- FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M. (2009). Relictualismo en islas oceánicas. El caso de la laurisilva macaronésica. En, Real, R. y Márquez, M.L. (Edts.): Biogeografía Scientia Biodiversitatis, Universidad de Málaga.



- FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M. *et al.* (2008). Los bosques termófilos de Canarias. Proyecto LIFE04/NAT/ES/000064.Excmo. Cabildo Insular de Tenerife, S/C de Tenerife, 192 pp.
- FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M. *et al.* (2004). Estrategias de regeneración en la Laurisilva. Makaronesia, 6, 90-101.
- GIL, L. *et al.* (2002). Cone morphology variation in *Pinus canariensis* Sm. Plant Systematic and Evolution, 235 (1-4), 35-51
- MILLAR, C. (1996). Impact of the Eocene on the evolution of *Pinus* L. Annals of the Missouri Botanical Garden, 80, 471-498.
- LOBO, M.; SANTANA, G. y RODRÍGUEZ, A.L. (2007). *Los usos de la madera: recursos forestales en Gran Canaria durante el siglo XVI*. Las Palmas de Gran Canaria: Cabildo de Gran Canaria.
- NARANJO, A. y HERNÁNDEZ, G. (2007): Naturaleza, Geografía e Historia de Canarias. Colección Manuales Docentes de Educación Primaria, número 25. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Vicerrectorado de Ordenación Académica y Espacio Europeo de Educación Superior, 292 pp.
- NARANJO, A. y ROMERO, L. (1993). Los pisos de vegetación. En Morales, G. (Coord.). Geografía de Canarias (165-180). Editorial Prensa Ibérica.
- NARANJO, A; SOSA, P. y MÁRQUEZ, M. (2009): 9370 Palmerales de *Phoenix canariensis* endémicos canarios (\*). En: VV.AA., "Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España". Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid. 52 pp.
- PÉREZ DE PAZ, P.L. *et al.* (1994). Atlas Cartográfico de los Pinares Canarios III: La Palma. S/C de Tenerife: Viceconsejería de Medio Ambiente, Consejería de Política Territorial, Gobierno de Canarias.
- PÉREZ DE PAZ, P.L. *et al.* (1994). Atlas Cartográfico de los Pinares Canarios IV: Gran Canaria y plantaciones de Fuerteventura y Lanzarote. S/C de Tenerife: Viceconsejería de Medio Ambiente, Consejería de Política Territorial, Gobierno de Canarias.
- RODRÍGUEZ, O. y DEL ARCO, M. (2007). Los pinares canarios. Pasado y presente. Rincones del Atlántico, 4, 148-159.
- RODRÍGUEZ, O. y NARANJO, A. (2005). Paisajes, Geografía, Etnobotánica y Geobotánica. El azúcar y su cultura en las islas atlánticas. Canarias, siglos XVI al XX. Los Llanos de Aridane: Gobierno de Canarias.
- SÁNCHEZ-PINTO, L. (2007). El pino canario. Rincones del Atlántico, 4, 134-143.
- SANTOS, A. (1990). Bosques de Laurisilva en la región macaronésica. Colección Naturaleza y Medio Ambiente, 49. Estrasburgo: Publicaciones del Consejo de Europa.
- SANTANA, A. 2001. *Evolución del paisaje de Gran Canaria (siglos XV-XIX)*. Ediciones del Cabildo Insular de Gran Canaria-Sección Geografía. Las Palmas de Gran Canaria.
- SANTANA, A., y NARANJO, A. 1993. La influencia del Medio en las actividades humanas. En: MORALES, G. (coord.), *Geografía de Canarias*. Ed. Prensa Ibérica, pp. 181-196.
- SOSA, P.A. *et al.* (2008): ATLAS DE los palmerales de Gran Canaria. Obra Social de la Caja de Canarias, 187 pp.





# ¿Perturbaciones forestales o dinámica forestal?

José Ramón Arévalo  
Beatriz Mora  
Silvia Fernández-Lugo

## 1. Introducción

Mucha y extrañas son las historias que se cuentan sobre la dinámica forestal, pero ninguna tan extrañas y posiblemente erróneas como las que versan sobre el impacto del fuego, las especies exóticas o el ramoneo. En el presente capítulo analizaremos de forma general estos elementos y su impacto en la dinámica forestal utilizando como ejemplo el pinar canario y las medidas y/o tratamientos que de forma habitual se proponen para aminorarlo. Aunque centrados en un ecosistema forestal en las Islas Canarias, la mayoría de estos resultados son extrapolables a las áreas forestales del planeta, puesto que si bien es cierto que hay una versión localista particular sobre cada ecosistema, visto con detalle, estas características y particularidades la mayoría de las veces no son tales.

*Pinus canariensis* Chr. Sm. Ex DC in Buch es el árbol más abundante de las Islas Canarias, incluyendo las especies exóticas, ocupando un 60% del total de su superficie forestal (120.000 ha aproximadamente) (Sánchez-Pinto, 2007). En la actualidad, se localiza tan sólo en las islas occidentales lo que implica una distribución muy restringida para este género (Parsons, 1981). Los primeros habitantes tuvieron, posiblemente, un impacto bajo sobre esta especie aunque estudios recientes extienden el impacto a través de incremento de la tasa de incendio con la llegada de los humanos (De Nascimento, 2009). Existe acuerdo en que el gran impacto sobre el pinar canario pudo darse con seguridad al comienzo de la colonización europea (Galván, 1993) con las explotaciones para obtención de madera como la tea, su uso en la agricultura o la ne-

cesidad de crear espacio para el establecimiento de la agricultura. Aunque estos usos han durado hasta casi finales del siglo XX, el problema estaba siendo asumido por las administraciones públicas con los primeros grandes programas de reforestación que tuvieron lugar entre los años 1930-1960 (Del Arco et al., 1992). Si bien es cierto que inicialmente se pretendía restaurar un recurso natural, con la llegada del turismo de masas en el último cuarto de siglo pasado, el bosque como recurso natural pasó a un segundo plano respondiendo más a un proceso de restauración ecológica que a una repoblación productiva. Es al inicio de este proceso cuando aparecen otras especies exóticas de forma abundante: *Eucalyptus globulus*, *Castanea sativa*, *Pinus radiata*, *Pinus halepensis*, etc. En la actualidad, los usos del pinar están muy reducidos restringiéndose a algunas cortas ilegales y al mantenimiento de las repoblaciones (Arévalo & Fernández-Palacios, 2009).

Las formaciones de pino canario tienen un alto nivel de protección, estando incluidas en el Anexo I de la directiva de Hábitats Europea. El pino canario se encuentra en la lista de especies amenazadas de la UICN. Sin embargo, debemos constatar que las amenazadas a través de construcciones ilegales, tasas no naturales de incendios e incluso la pérdida de variabilidad genética, siguen estando presentes.

## **2. El fuego, de catástrofe a proceso natural**

Los incendios forestales son lo suficientemente escandalosos como para atraer la atención del público. Luego añadámosle el dramatismo utilizado durante años por los medios de comunicación (a veces justificado, otras no tanto) y su gran referente “smoky” (el osito usado como logo en parques nacionales de USA) y obtendremos un tema de discusión digno de cualquier taberna de pueblo de interior. Por último, el propio peligro para las personas y propiedades hace de este tema una cuestión prioritaria para las administraciones (obsérvense los excelentes medios y preparación de efectivos con los que cuenta el Cabildo de Tenerife o de Gran Canaria en estos asuntos) y su utilidad como elemento de desgaste muy adecuado para uso en política.

Por todo ello, suele ser bastante impactante hablar del fuego como una herramienta fundamental en la gestión de los espacios forestales (en referencia a los pinares) de una isla como la de Tenerife. Pero antes de adelantar el tema, situemos ecológicamente el pinar canario y veamos algunas características de su especie vegetal principal, el pino (*Pinus canariensis*): corcha de grosor suficiente para saber que ha venido a través de la evolución como defensa al fuego, piñas serotinas (que permanecen cerradas varios años hasta que pueden reventar como consecuencia del calor), rebrotes apicales

y rebrotes basales, piñones de muy fácil dispersión... todas estas características en su conjunto son tremendamente costosas de mantener, y solamente se conservan por la propia utilidad que presentan. Es decir, el pino canario, las especies acompañantes y la fauna que lo ocupa están adaptados y han coevolucionado con los incendios, y estos no son un hecho externo, sino un elemento intrínseco a la dinámica del ecosistema. Para un ecosistema, modificar su tasa natural de perturbaciones, tanto aumentándola como disminuyéndola, implica un tremendo impacto en el mismo y sus efectos se pueden percibir rápidamente, como en el caso de la eliminación del fuego de los ecosistemas canarios: aumento de la biomasa de estrato inferior, aumento de la cantidad de pinocha, regeneración pobre, enfermedades, etc...



**Figura 5.1;** Técnicos de las unidades presas de Gran Canaria trabajando en una quema prescrita.

Con respecto a las tasas de incendios, se puede decir que el número de incendios ha aumentado en Tenerife, así como su extensión. Sin embargo, esta información es incompleta si no se posee la afección geográfica de los mismos e intensidad. En el 1995, al incendio de los montes de la Esperanza se le atribuyeron 2000 ha. Sin embargo, el fuego tiene un comportamiento muy irregular, muchas zonas ardieron de copa, otras de base y otras quedaron tan sólo socarradas. Al final, las estimaciones más pesimistas dieron unas 800 ha de pinar quemado, pinar proveniente de repoblación y que nunca había sufrido un incendio; más de 50 años sin incendios, algo impensable en un ecosistema bien conservado con especies de los géneros *Pinus*, *Rubus*, *Adenocarpus* o *Cistus*. Esto ocurre con la mayoría de los incendios, dándose valores de perímetro y poco más.

De los últimos resultados con fuego, podemos decir que los más significativos son como el impacto del fuego tiene un efecto despreciable en la mortalidad de pinos, así como un efecto poco importante en la germinación, ya que favorece especies oportunistas que con el cierre de la bóveda en pocos años desaparecerán (Arévalo et al., 2001). Los impactos sobre especies vegetales en peligro no han sido nunca demostrados o son muy particulares. Igualmente, en la comunidad de invertebrados tampoco se han determinado efectos significativos (García et al., 2010). Estudios que se vienen llevando a cabo en incendios acaecidos en zonas de alto valor ecológico como Tama-daba, también vienen a demostrar un efecto favorable de los incendios en la composición de plantas, así como el favorecimiento de la aparición de especies como el Pinzón azul en las zonas quemadas, donde antes nunca se habían visto (Naranjo et al., 2011).

Hay que cambiar la idea de ver al fuego como un elemento pernicioso para la dinámica forestal, y entenderlo como un peligro para las personas y propiedades. Esto obligaría a cambiar y mejorar en cierto modo los planes de emergencia que se diseñen.

### **3. Las exóticas, síntoma, no causa**

La restitución de la vegetación natural en áreas perturbadas y la mejora del estado sanitario de la vegetación de un lugar ha sido denominado restauración (Anderson, 1995). A su vez, el uso de la silvicultura para restaurar lugares degradados ("silvicultura naturalista"; Edminster & Olsen, 1996) ha llegado a ser muy popular en la última década. La reforestación con especies foráneas puede acarrear efectos tanto negativos como positivos para el medio ambiente (Guldenhuys, 1997), tales como un incremento en el uso de agua a la vez que la protección del suelo ante la erosión. La reforestación con exóticas puede también proporcionar mejores condiciones para el establecimiento de las especies autóctonas tolerantes a la sombra sin suponer una amenaza para el bosque nativo, el cual posee probada resiliencia frente a la invasión por especies exóticas (Guldenhuys, 1996). Diversos estudios han mostrado que la plantación de especies exóticas ha facilitado la sucesión del estrato inferior forestal autóctono en lugares donde las perturbaciones impiden la recolonización por parte de las especies nativas (Parrotta, 1995; Fimbel & Fimbel, 1997; Loumetto & Huntel, 1997). Con el fin de generar propuestas para la gestión de plantaciones de exóticas el Banco Mundial, el Instituto para la Silvicultura Tropical (USDA Forest Service) y la ODA (British Overseas Development Authority) iniciaron una red de investigación global en 1994 para evaluar el papel de las plantaciones en la rehabilitación de los bosques nativos (Parrotta et al., 1997). El trabajo diseñado en este estudio se orienta en las líneas y preceptos indicados por el proyecto dirigido por la ODA. La reforestación de la isla de Tenerife

ha sido llevada a cabo mayoritariamente con especies autóctonas. El objetivo principal de las plantaciones era restaurar la vegetación en las áreas que han sido fuertemente perturbadas durante los últimos cinco siglos, tras la colonización europea de las Islas Canarias (Parsons, 1981) y también la de dotar a la isla con recursos naturales. La especie utilizada fue *Pinus canariensis*. Sin embargo, en algunas áreas se plantaron especies exóticas como *Pinus radiata* (aproximadamente 2,200 ha.). En los últimos 60 años, amplias zonas de Tenerife han sido reforestadas, pero carecen de la subsecuente gestión o seguimiento. En los últimos años se ha reconsiderado el uso de las plantaciones, alejándose de la idea de usarlas únicamente como recursos naturales explotables y empezando a considerar su gestión con el fin de restaurar los bosques naturales de pino y laurel. El monte verde ha sido muy perturbado y reducido hasta un 10% de su área original. Por otro lado, existe poca información disponible acerca de la dinámica de los pinares, y los pocos estudios cuantitativos se refieren específicamente a los efectos del fuego (Höllerman, 2000; Arévalo et al., 2001).



**Figura 5.2.** Imagen de *Penisetum setaceum* y *Scholtzia californica* al borde de carretera en La Laguna.

Entre los estudios que indican como las especies exóticas han podido provocar un efecto protector sobre la regeneración, destacan los que indican como las masas de *Pradiata* ha catalizado la regeneración de laurisilva, favoreciendo unas condiciones que han dado lugar a una comunidad de laurisilva bajo su bóveda lo suficientemente avanzada como para que se puedan plantear labores de gestión de apertura de bóveda

para favorecer un crecimiento mayor de la laurisilva del estrato inferior (Arévalo et al., 2005). Aún en el caso de las plantaciones de *Eucalyptus camaedulensis*, también se ha podido observar elementos de laurisilva desarrollándose bajo su bóveda, aunque de una manera menos significativa que bajo *Pradiata*, pudiéndose interpretar algún efecto negativo de la bóveda, tanto a nivel de modificación edáfica como lumínica (Arévalo et al. 2011).

Cabe destacar otros estudios realizados donde se analiza la regeneración de *P.canariensis* y *P. pinea*, plantada esta última en una masa abierta de *P. canariensis* en la época de los 60 y que en los últimos años ha comenzado a producir regeneración. Los estudios han demostrado poca capacidad expansiva de *P. pinea*, quedando restringido de forma manifiesta donde fue plantado, y con una capacidad dispersiva mucho menor que la de *P. canariensis* (Arévalo et al., 2005). Por todo ello, en ausencia de fenómenos extraordinarios como la introducción de algún dispersor tipo ardilla y que cambiara todo el sistema de dispersión (como ocurrió en Sudáfrica; Richardson et al., 1989), no cabe esperar necesidad de control de esta especie exótica.

Por último, cabe citar, aunque este fuera de la formación de pino canario, la invasión de una leñosa ornamental en los barrancos del Sur de Gran Canaria. La *Acacia farnesiana*, de unos cuarenta individuos plantados en los 60 ha pasado al día de hoy a unos 5000 aproximadamente (Arévalo et al., 2010). Esta rápida invasión ha sido favorecido por un brúchido (*Mimosestes mimosae*) que acorta el periodo de germinación y por el conejo, que favorece su dispersión. Esta combinación, junto a un deterioro del terreno que ha evitado competición con otras especies nativas, ha dado lugar a este proceso de rápida invasión. En cualquier caso, este hecho no viene a recordar más que la invasión no es un hecho, si no un proceso (Moloney et al., 2009) y que las invasoras no son causa de nada, sino síntoma de deterioro de los hábitats.

#### **4. El demonio de la cabra**

De los primero estudios realizados sobre el impacto de la cabra cimarrona en la comunicad de pinar, podemos citar el de Nogales et al. (1992), que realizando observación directa del daño de las cabras en la vegetación, logro determinar que consumían 14 especies endémicas de Gran Canaria, 4 del archipiélago y 2 de la macaronesia. Con todo ello llegaba a constatar el daño que la cabra podía producir y como de estos resultados preliminares se podían incluso aventurar extinciones de especies en el futuro. El control de la cabra cimarrona era una de sus propuestas en el estudio. Otro trabajo similar pero ahora realizado en La Palma y Tenerife demostraba un consumo significativo de



especies amenazadas por parte del muflón (*Ovis ammon musimon*), el arruí (*Ammotragus lervia*) y el conejo (*Ornitaculus sp.*). En este caso el estudio estaba restringido a los Parques Nacionales del Teide y La Caldera de Taburiente (Rodríguez-Piñero & Rodríguez Luengo, 1993). Los autores del trabajo los consideran la principal amenaza que se cierne sobre determinadas especies en peligro de extinción y por tanto proponen igualmente un control e incluso erradicación de las mismas, aunque no llegando a las propuestas de gestión de la erradicación de cabras y arruís de la isla de La Palma como se han propuesto en otros estudios (Garzón-Machado et al., 2010).

Otros estudios han determinado un impacto poco significativo del pastoreo en la comunidad de plantas, ofreciendo diferencias de composición de parcelas entre las parcelas pastoreadas y no pastoreadas de formaciones de pinar con más de un 50% de cubierta de la bóveda (Arévalo et al., 2011). Igualmente, otros estudios también han determinado en referencia al efecto del pastoreo de cabras cimarronas sobre la regeneración de pinos, que esta es prácticamente despreciable y que la supervivencia de los pinos entre 1 y 3 años no dependía del impacto negativo de los animales (trabajo realizado con exclusión de ramoneo por medio de jaulas en los individuos que regeneran; Arévalo et al., 2005).



**Figura 5.3;** Imagen de pastoreo de cabras en la zona alta de Teno.

## 5. ¿Qué sabemos o hemos aprendido?

Muchos de las interpretaciones fallidas a que dan lugar los trabajos en ecología forestal devienen de la alta generalización de resultados muy particulares. Eran creíbles y fáciles de entender, sin embargo, tal como se dice que puntualizaba Max Plank: “Cualquier problema complejo tiene una solución sencilla que por lo general, es errónea”. Así podemos replantear algunas ideas:

- El fuego es un elemento intrínseco de la dinámica del ecosistema. Por lo general nunca es una perturbación ecológica. Ciertamente, dado el actual grado de desarrollo de las islas, los incendios forestales son un peligro, pero no “*per se*”, sino porque nos hemos vuelto muchos más vulnerables a sus efectos. Mientras existan masas forestales de pino, habrá incendios forestales, más intensos cuanto mayor grado de eficacia se posea en su extinción como bien plantea la “Paradoja del Fuego” (Arévalo & Molina, 2007).
- Las especies exóticas devienen en un síntoma de deterioro del medio ambiente, y nunca en una causa del mismo. Hay que aprender a convivir con ellas y destinar fondos a erradicar aquellas que verdaderamente supongo un impacto sobre la fauna y flora, cosa que ocurre en muy contadas ocasiones. Destinar fondos de forma impetuosa a control de exóticas solo provoca poner en peligro la financiación de las acciones que posteriormente sean necesarias.
- Generalizar el impacto de los herbívoros es inadecuado. Por otro lado, en referencia a la cabra, esta supone un elemento de relación del hombre con el entorno y se ha desarrollado alrededor de ella una cultura que merece cuidado y protección. Ponerlos en el punto de mira de actuaciones de control de herbívora para proteger el medio no solamente es un error que no sostienen los datos (solo en contadas ocasiones y muy particulares), si no una pernicioso decisión que puede acelerar la desaparición de una actividad que bien desarrollada es sostenible y muy útil en conservación.

### Bibliografía consultada y referencias

- ARÉVALO, J.R., FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M., JIMÉNEZ, M.J. & GIL, P. (2001) The effect of fire intensity on the understory species composition of two *Pinus canariensis* reforested stands in Tenerife (Canary Islands). *Forest Ecology and Management* 148: 21-29.
- ARÉVALO, J.R. & FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M. (2005) Gradient analysis of exotic *Pinus radiata* plantations and potential restoration of natural vegetation in Tenerife, Canary Islands (Spain). *Acta Oecologica* 27: 1-8.

- ARÉVALO, J.R., NARANJO, A. & SALAS, M. (2005) Regeneration in a mixed stand of native *Pinus canariensis* and introduce *Pinus pinea* species. *Acta Oecologica* 28: 87-94.
- ARÉVALO J.R. & MOLINA, D. (2007) *Fuegos en Canarias. Incendios Forestales* pp. 14-19.
- ARÉVALO, J.R. y FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M. (2009) 9550 *Pinares endémicos canarios*. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino; pp. 1-74.
- ARÉVALO, J.R., AGUDO, L., NARANJO, A. & SALAS, M. (2010) Fast invasion and progression of *Acacia farnesiana* in southern Gran Canaria (Canary Islands). *Plant Ecology* 206: 185-193.
- ARÉVALO, J.R., DELGADO, J.D. & FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M. (2011) *Regeneration of potential laurel forest under a native canopy and an exotic canopy, Tenerife* (Canary Islands). *Forest Systems* 20: 255-265.
- ARÉVALO, J.R., DE NASCIMENTO, L., FERNÁNDEZ-LUGO, S., MATA, J. & BERMEJO, L. (2011) *Grazing effects on species composition in different vegetation types (La Palma, Canary Islands)*. *Acta Oecologica* 37:230-238.
- ARÉVALO, J.R., DE NASCIMENTO, L., FERNÁNDEZ-LUGO, S., SARO, I., CAMACHO, A., MATA, J. & BERMEJO, L. (2011) Effects of abandoning long-term goat grazing on species composition and species richness of pastures at La Gomera, Canary Islands. *Spanish Journal of Agriculture* 9: 113-123.
- DEL ARCO, M.J., PÉREZ DE PAZ, P.L., RODRÍGUEZ DELGADO, O., SALAS PASCUAL, M., y WILDPRET DE LA TORRE, W. (1992) *Atlas cartográfico de los pinares canarios: II. Tenerife*. Viceconsejería de Medio Ambiente.
- DE NASCIMENTO, L., WILLIS, K. J., FERNÁNDEZ-PALACIOS, J. M., CRIADO, C. y WHITTAKER, R. J. (2009). *The long-term ecology of the lost forests of La Laguna, Tenerife (Canary Islands)*. *Journal of Biogeography* 36. 499-514.
- EDMINSTER, C.B. & OLSEN, W.K. (1996) Thinning as a tool in restoring and maintaining diverse structure in stands of Southwester ponderosa pine. En: Conference on adaptative ecosystem restoration and management, Ed. Covington W.W. y Wagner P.K. USDA - Tech. R e p . No. RM-GTR-278. Flagstaff, Arizona. Pp. 62-68.
- FIMBEL, A.R. & FIMBEL C.C. (1996) The role of exotic conifer plantations in rehabilitating degraded tropical forest lands: A case study from the Kivale Forest in Uganda. *Forest Ecology and Management* 81: 215-226.
- GALVÁN, D. 1993. Los inicios de la deforestación de la isla de Tenerife y las ordenanzas del Cabil-do sobre la madera. Instituto de Estudios Canarios, Strenae Emmanuellae Marrero Oblatae.
- GARCÍA-DOMÍNGUEZ, C. (2011) Impacto del fuego en los procesos ecológicos relacionados con el mantenimiento de la diversidad en pinares repoblados de *Pinus canariensis*. Tesis Doctoral, ULL, La Laguna.
- GARZÓN-MACHADO, V., GONZÁLEZ-MANCEBO, J.M., PALOMARES-MARTÍNEZ, A., ACEVEDO-RODRÍGUEZ, A., FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M., DEL-ARCO-AGUILAR, M. & PÉREZ DE PAZ, P.L. (2010) *Strong negative effect of alien herbivores on endemic legumes of the Canary pine forest*. *Biological Conservation*, 143, 2685-2694.
- GELDENHUYS, C. J. (1997) Native forest regeneration in pine and eucalypt plantations in Northern Province, South Africa. *Forest Ecology and Management* 99: 101-115.
- GELDENHUYS, C.J. (1998) *Restoration of the biodiversity and productivity of degraded forest using plantings of useful tree species*. Seminario: The agrobiological management of soils and cropping systems. Madagascar.
- HÖLLERMANN, P. (2000) The impact of fire in Canarian ecosystems 1983-1998. *Erkunde* 54: 70-74.
- LOUMETO, J.J. & HUTTEL, C. (1997) Understory vegetation in fast growing tree plantations on savanna soils in Congo. *Forest Ecology and Management* 99: 65-81.
- MOLONEY, K., KANUS, F. & DIETZ, H. (2009) Evidence for a shift in life-history strategy during the secondary phase of a plant invasion. *Biological Invasions* 11: 625-634.

- NOGALES, M., MARRERO, M., & HERNÁNDEZ, E.C. (1992). Efectos de las cabras cimarronas (*Capra hircus* L.) en la flora endémica de los pinares de Pajonales, Ojeda e Inagua (Gran Canaria). *Botánica Macaronésica* 19-20: 79-86.
- NARANJO, A., ARÉVALO, J.R., SALAS, M., RAMOS, R. & RUIZ, R. (2011): Seguimiento y control de los efectos del fuego en la masa forestal de la Reserva Natural Integral de Inagua. Informe preliminar (Avance 2009-2010). Documento interno, Cabildo de Gran Canaria, ULPGC-ULL, 40 páginas.
- PARROTTA, J.A. (1995) Influence of overstory composition on understory colonization by native species in plantations on a degraded tropical site. *Journal of Vegetation Science* 6: 627-636.
- PARROTTA, J.A., TURNBULL J.W. & JONES N. (1997) *Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands*. *Forest Ecology and Management* 99: 1-7.
- PARSONS, J. J. (1981) Human influence in the pine and laurel forest of the Canary Islands. *Geographical Review* 71, 253-271.
- RICHARDSON, D.M. (1989) The ecology of invasions by *Pinus* (Pinaceae) and *Hakea* (Proteaceae) species, with special emphasis on patterns, processes and consequences of invasion in mountain fynbos of the southwestern Cape Province, South Africa. PhD. diss. University of Cape Town, Cape Town.
- RODRIGUEZ-PIÑERO, J.C., & RODRÍGUEZ-LUENGO, J.L. (1993). *The effect of herbivores on the endemic Canary flora*. *Boletín do Museo Municipal do Funchal* 2: 265-271.
- SÁNCHEZ-PINTO, L. (2007) El pino canario. *Rincones del Atlántico* 4: 21.



# Producción de plantas y repoblación forestal

Jorge Naranjo Borges  
Carlos Velázquez Padrón

## 1. Introducción

El relieve de las islas centrales y occidentales es abrupto, con barrancos profundos y cumbres elevadas, que alcanzan su cota más alta en la isla de Tenerife con 3.718 metros. La presencia de las altas presiones que generan los vientos alisios de componente noreste, y la latitud subtropical, da lugar a un clima con una elevada humedad ambiental. Sin embargo el fenómeno de los alisios da origen a una inversión térmica por encima de la capa de aire húmedo y de la formación de nubes, por lo que nos encontramos con marcadas diferencias tanto por el gradiente de costa a cumbre, como de barlovento a sotavento. Estos fuertes contrastes climáticos permiten pasar en escasos kilómetros y dentro de una misma isla, desde el desierto al bosque húmedo, y por encima, a la alta montaña.

La flora vascular canaria cuenta con unas 2.000 especies (Arechavaleta *et al.*, 2010), entre ellas se encuentran las 30 especies nativas de porte arbóreo (Guzmán *et al.*, 2007) que dan lugar a los ecosistemas forestales. Los bosques en las Islas Canarias pueden ser de tipo mediterráneo (bosque termófilo), de nieblas (monteverde) y de montaña (pinar). Además es posible encontrar bosques galerías azonales formados por saucedas, palmerales o bosquetes de tarajales. Mención aparte merece el cardonal-tabaibal, ecosistema que carece de especies arbóreas y que habita en terreno forestal desarbolado.

En los años 70 del siglo XX comenzó el movimiento conservacionista en las islas y ello suscita lentamente cambios en la política forestal. Hasta entonces, las repoblaciones forestales se habían llevado a cabo aplicando conocimientos traídos del continente europeo y usando casi exclusivamente el pino canario y otras especies de pino introducidas (pino carrasco, pino piñonero y pino radiata). Es a partir de la década de los 80 cuando decididamente se dan los primeros pasos para recuperar los bosques con las especies nativas. En las tres décadas transcurridas desde entonces, se ha ido acumulando experiencia con esas especies arbóreas, si bien la experiencia y el conocimiento varían de especie a especie, quedando aún dudas por resolver.

El objetivo en las zonas deforestadas de las islas continúa siendo la reconstrucción de los ecosistemas forestales, cuyos fines principales deberán ser la recarga del acuífero, la formación de suelo, la recuperación de la biodiversidad, mejora del paisaje y la producción de recursos naturales renovables. Tras 500 años de deforestación se puede predecir con cierto rigor como tuvieron que ser aquellos bosques en las islas más arboladas, mientras que en las islas más deforestadas y zonas bajas resulta más difícil reconstruir los ecosistemas en base a sus orígenes.

## **2. Recolección de material forestal de reproducción**

### **2.1. Introducción**

La repoblación forestal tiene su origen en la recogida de frutos y semillas viables. Para ello es importante conocer el emplazamiento de las poblaciones de las especies, la historia forestal de dichas poblaciones (evitando contaminación genética) y la fenología de las especies. Reconocidos trabajos de Zobel&Talbert (1988) han recomendado la recolección a partir de un mínimo de 30 árboles plus para la producción en un huerto semillero, pero de 200 a 300 o más árboles plus para no restringir una base genética necesaria para el desarrollo de una generación avanzada. Asimismo como norma general se establece que la obtención de semilla se deberá realizar en lugares lo más cerca posible a las futuras áreas de plantación.

Son pocos los trabajos o publicaciones (Delgado, 1986; Artiles, 1996; Rodríguez *et al.*, 2004; Sosa *et al.*, 2007, Luis *et al.*, 2009) que incluyen, de una forma u otra, esta fase del proceso de la restauración de ecosistemas si se compara con otros muchos que sí tratan de la producción de plantas y la posterior plantación.

## 2.2. Experiencias

Hasta principios de la década de los 80 del siglo XX los conocimientos se reducían prácticamente a los del pino canario. Con el resto de las especies hubo que realizar un trabajo de campo y de recopilación bibliográfica sobre la distribución de cada una de ellas (Kunkel, 1974; Voggenreiter, 1975; Bañares y Barquín, 1982; Santos, 1983; Suárez, 1994). Se visitaban los lugares conocidos, se buscaban nuevos emplazamientos por parte de recolectores o se preguntaba a lugareños o a expertos en la materia. Así se iba confeccionando un mapa de localizaciones con los “árboles plus, padres o selectos”. Ubicados los árboles padres había que valorar su accesibilidad y fenología. La accesibilidad puede solucionarse puntualmente con escaladores, otras veces hay que contar con jornadas enteras para llegar a los ejemplares deseados por no llegar carreteras o pistas hasta el pie de ellos. Para la localización de árboles padres se han ido siguiendo criterios lógicos de búsqueda de árboles de edad madura, sanos, en óptimas condiciones de agua, luz y suelo y con la mayor accesibilidad posible. No siempre se consiguen árboles que reúnan esas características, sobre todo, cuando se trata de especies amenazadas o de presencia escasa. Por ello, a veces se ha tenido que recoger el material disponible como primer paso del rescate genético de la especie.

De las especies arbóreas nativas se tiene ya una amplia experiencia sobre su localización, fructificación y recolección (Tabla 6.1). A veces los frutos permanecen en el árbol durante meses, de manera que coinciden diferentes generaciones de frutos en el mismo pie.

La legislación nacional a través del *Real Decreto 289/2003 sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción* ha llevado a la aprobación de un total de 40 fuentes semilleras de 5 especies nativas (pino canario, madroño, acebuche, almácigo y palmera canaria) y de 11 rodales selectos de pino canario. La extracción de material de estas fuentes semilleras deberá garantizar su trazabilidad a través de un etiquetado y certificado de los lotes de semillas y plantas. El resto de especies deberá esperar a su regulación legislativa.

No obstante, cuando la accesibilidad es difícil o se considera importante la recuperación de una especie escasa en alguna isla, se ha optado por iniciar un método de conservación ex situ a través de la instalación de plantaciones semilleras o huertos semilleros (existen los ejemplos de madroño, mocán, aderno, sabina e incluso olmo en Gran Canaria y Tenerife). Gracias a estas plantaciones como método de conservación ex situ y al seguimiento de las repoblaciones forestales se sabe que



la mayoría comienza a fructificar entre el quinto y el décimo año. Unos años más tarde lo hacen el pino, el drago y las especies diocas como el almácigo, laurel y cedro. Mención aparte merecen especies como el tarajal, sauce y saúco que en su mayoría se reproducen de estaquilla y, que por el fenómeno de la ciclófisis, florecen rápidamente. Cuando una especie presenta dificultades de fructificación en una isla se opta por la reproducción vegetativa a través de estaquilla o acodos (Figura 6.1).

La mayoría de las especies arbóreas canarias poseen flores hermafroditas y por tanto los frutos se pueden recolectar indistintamente en cualquier parte del pie donde haya producido la fecundación. También existen especies monoicas como la sabina o el pino canario con flores masculinas en la parte inferior y femeninas en la parte superior del árbol y especies diocas como el cedro, laurel, faya, almácigo, lentisco o palmera canaria con pies machos y pies hembras separados.

La estrategia diseminadora de las semillas en Canarias se basa principalmente en la dispersión barócora, es decir, se disemina el fruto por gravedad en la madurez. Este mecanismo de diseminación del fruto maduro consiste en la regeneración en el entorno de la copa del árbol. Es común por tanto ver los frutos caídos a pie del árbol donde se pueden recolectar. No obstante, la dispersión zoócora producida por los animales también pueden jugar un papel importante en la dispersión de la especie, es el caso de las palomas en la laurisilva, del cuervo en la sabina o del mirlo en la palmera y drago (Sosa *et al.*, 2007). El cuervo es un ave que además de preñar sobre el fruto de la sabina lo hace sobre el cedro, prefiriendo éste último por su sabor (Navarro com. Pers.). Asimismo existen especies con dispersión anemócora bien por los piñones del pino que tienen alas, bien porque las semillas cuando son diminutas como en los casos de brezo, sauce y tarajal pueden ser transportadas por el viento

**Tabla 6.1:** Época de recolección del material forestal de reproducción, temperamento y uso de las especies más empleadas en repoblaciones forestales.

ESPECIE	RECOLECCIÓN DE MATERIAL FORESTAL DE REPRODUCCIÓN	TEMPERAMENTO	Uso
Tarajal	Anual estaquilla	Luz	Restauración
Sauce	Verano fruto Invierno estaquilla	Luz	Restauración
Palmera canaria	Primavera	Media luz	Repoblación - Jardinería
Drago	Verano - otoño*	Luz	Repoblación - Jardinería
Almácigo	Otoño	Luz	Repoblación
Lentisco	Otoño	Luz	Repoblación

Acebuche	Otoño	Luz	Repoblación
Peralillo	Verano	Media luz	Repoblación
Marmulano	Invierno	Media luz	Restauración
Mocán	Verano	Media sombra	Repoblación
Barbusano	Verano	Media sombra	Repoblación
Brezo	Verano	Luz	Repoblación
Faya	Verano	Luz	Repoblación - Jardinería
Acebiño	Invierno	Luz	Repoblación
Naranjero salvaje	Primavera	Sombra	Restauración
Hija	Otoño	Media sombra	Repoblación
Sanguino	Verano	Media sombra	Repoblación
Palo blanco	Verano	Media sombra	Repoblación
Laurel	Finales de verano -otoño	Media sombra	Repoblación
Viñátigo	Verano - otoño	Sombra	Repoblación
Til	Otoño	Sombra	Repoblación
Aderno	Verano	Media sombra	Restauración
Delfino	Verano	Media sombra	Restauración
Sauco	Verano fruto Invierno estaquilla	Sombra	Restauración
Follao	Verano	Media sombra	Repoblación - Jardinería
Madroño	Verano - otoño	Media luz -me- dia sombra	Repoblación - Jardinería
Pino canario	Primavera	Luz	Repoblación
Cedro	Otoño - Invierno	Luz	Repoblación
Sabina	Verano - otoño*	Luz	Repoblación

La restauración se lleva a cabo con especies escasas y baja producción de plantas.

\* En el drago la recolección no se suele efectuar en plantas en estado natural.

\* En la sabina puede prolongarse la época de recolección al existir una plantación semillera.

Las características de diseminación de la especie determinan el tipo de recolección. Así sobre las especies que se diseminan por viento hay que actuar en el mismo árbol y con rapidez antes de la dispersión de los frutos. En el caso de las especies con

frutos que caen por gravedad se puede actuar más tarde ya que los frutos se pueden recoger en la base del pie del árbol. Las técnicas más empleadas en la mayoría de las especies es la recogida directa de fruto en el árbol o en el suelo cuando ya ha caído. El vareo o agitación de ramas se ha demostrado como técnica adecuada en algunas especies como acebuche y faya. Un caso aparte lo constituye la recogida de fruto de brezo, que consiste en introducir la rama fructificada en bolsa de plástico y agitar la rama para que el diminuto fruto caiga dentro de la bolsa. La recolección de la támara sobre la palmera es una excepción debido a que los frutos maduros son fácilmente atacados por los escolítidos de las semillas de las palmeras que hacen poco viable la recolección en el suelo. La recogida de la piña, subiendo al árbol con técnicas de escalada, es también necesaria en el caso del pino antes de que vuele el piñón.



Figura 6.1; Acodo aéreo en marmulán (*Sideroxylon marmulano*)

Existen especies veceras como el laurel o palo blanco y otras especies cuya producción de fruto puede variar de año a año como el pino canario (Alía *et al.*, 2009). En el caso del lentisco, la especie presenta frutos partenocárpicos o semillas abortadas y necesita de una densidad mínima de población para que exista suficiente polen para polinizar las flores, de lo contrario éstas caen (Verdú y García-Fayos, 2002). La planificación de producción de especies de estas características consiste en recoger brinzales en los años en que no hay frutos o almacenar semillas de los años produc-

tivos. Enviverar brinzales con el objetivo de la producción anual tiene serios inconvenientes puesto que los brinzales sufren el shock de plantación y a las pérdidas hay que sumar el parón que sufren en el crecimiento durante un tiempo prolongado.

Recolectados los frutos se extrae la semilla. Toda la parte carnosa se elimina evitando dañar la semilla. Para ello se macera el fruto sumergiéndolo en agua. Una vez separada la parte carnosa de las semillas se procede a la limpieza de las mismas eliminando las impurezas que se detecten, en el caso de semillas resinosas puede emplearse agua con jabón. Otra posibilidad de obtención de semilla consiste en extender los frutos recién recolectados para que se sequen. Este sistema es más costoso pero a menudo inevitable por la cantidad de frutos recolectados. En este caso hay frutos que se conservan con la aplicación de insecticidas y fungicidas. En el caso concreto del pino canario, las piñas se extienden en el llamado “secadero” para que con el calor del día se abran y salgan así los piñones. Con el fin de que los piñones no sean devorados por pájaros o roedores, hay que remover periódicamente las piñas para que de esa manera los piñones caigan al fondo donde no puedan acceder los animales hasta que se retiren las piñas.

La capacidad germinativa en viveros forestales muestra valores altos que pueden alcanzar el 90% en tres meses en especies como el pino canario o la palmera canaria. Para lograr ese alto porcentaje de germinación en el caso del madroño el factor determinante es la temperatura ambiente, la cual debe rondar los 15° C (Maya, 1989). Otras especies como el barbusano y viñátigo obtienen valores de hasta el 80% pero necesitan más meses para su germinación puesto que crean un banco de semillas. Asimismo existen especies con porcentajes relativamente bajos (acebuche, delfino). Hay otro grupo de especies como al que pertenece el acebiño que se caracteriza por largos periodos de latencia hasta alcanzar un porcentaje de germinación viable desde el punto de vista productivo. En todo caso es necesario conocer los valores medios de germinación para planificar la producción del número de plantas anuales. Cabe indicar al respecto, que la experimentación en los últimos años por parte de los propios viveristas está consiguiendo aumentar los porcentajes y acelerar los procesos de germinación en las especies forestales canarias con dificultades de reproducción.

### **2.3. Conclusiones**

En tres décadas se ha ido adquiriendo conocimiento acerca de las especies nativas de tal manera que se tiene experiencia en mayor o menor grado sobre la re-

colección de las especies arbóreas. No obstante, la optimización en el trabajo de recolección debe ser incuestionable para lograr una mayor productividad. Esta optimización pasa en primer lugar por la formación periódica de los recolectores, que podrá incluir técnicas de escalada. Asimismo escaladores-recolectores deberán recibir formación sobre recolección de frutos. En segundo lugar, la elaboración de una cartografía con los árboles y poblaciones semilleras ayudará a la planificación y agilización en la recolección.

El conocimiento de la madurez del fruto es necesario para recolectarlo. Si bien se pueden optimizar las técnicas de recolección atendiendo a la tenencia de herramientas adecuadas y a la titularidad pública del suelo, éstas técnicas siguen siendo rudimentarias, con serias dificultades para la mecanización debido a la difícil orografía del territorio. No obstante, en lugares apropiados con escasa pendiente sería recomendable el uso de lonas o redes extendidas en el suelo bajo la copa de los árboles semilleros, con el fin de aumentar la recolección.

Las plantaciones ex situ o huertos semilleros deberán optimizar su producción con las tareas necesarias de cuidados de un cultivo (poda, desbroce de matorral, fertilización, riego, etc). Por último, falta establecer nuevas fuentes semilleras de especies con una alta producción de fruto para la repoblación forestal.

### **3. Producción de planta de calidad**

#### **3.1. Introducción**

Teniendo en cuenta la longevidad de las especies forestales, es obvio que no solo el origen genético de la semilla utilizada debe ser cuidadosamente contemplado sino que además deben evitarse malformaciones que comprometan su desarrollo. Los mayores problemas de supervivencia de la planta forestal se presentan en los primeros años de su existencia. El primer periodo es por tanto especialmente delicado, no sólo por el hecho de que la planta tiene que arraigar y prosperar en un terreno a menudo hostil y una climatología adversa, sino además porque debe competir con las otras especies de flora del lugar en la consecución de unos mínimos de nutrientes, humedad y luz. Todo aquello que aumente las posibilidades de éxito de la planta en vencer estos inconvenientes debe ser considerado como aumento de calidad (Peñuelas y Ocaña, 1996).

La calidad no es un concepto absoluto, ya que factores como la especie o el lugar de plantación alteran el concepto. Así, no es lo mismo plantar coníferas que frondosas, realizar la plantación bajo la influencia de nieblas o sin su influencia, o simplemente plantar con las primeras o con las últimas lluvias. No obstante, el concepto de calidad de planta forestal está relacionado con su capacidad para sobrevivir en un ambiente particular, y crecer de forma vigorosa (Navarro *et al.*, 1998). Esta capacidad viene dada por un complejo sistema de condiciones fisiológicas y morfológicas que deben quedar definidos a través de los atributos de calidad.

El objetivo principal a través de los años se ha ido basando en producir planta de calidad. Se trataba de abandonar la producción de planta en bolsas de polietileno, debido al deficiente desarrollo radical y al gran consumo de sustrato, agua y espacio en los viveros. La producción de planta de calidad debe suponer una garantía imprescindible para la repoblación forestal y una optimización en el trabajo. La optimización ha consistido en el uso de contenedores adecuados, así como en el uso racional de sustratos mejorados y riego.

Luis *et al.*, 2009 concluyen para el pino canario que un régimen adecuado de fertilización en vivero aumenta sustancialmente el crecimiento de la planta y contribuye a la supervivencia de la misma en terrenos semiáridos. La planta mejorada con respecto a la planta tradicional mostró el doble de incremento en altura y un 30% más de supervivencia al tercer año de la plantación.

### **3.2. Experiencias**

Hasta mediados de los años 80 se empleaba como sustrato tierra cernida, a menudo con una alta proporción de arcilla, para la producción de pino canario y las otras especies nativas que entraran en cuestión. La planta se producía en bolsas de polietileno con una capacidad en la mayoría de los casos de 450 cm<sup>3</sup>. No obstante, el volumen de tierra para la producción de pino era considerablemente menor (250-300 cm<sup>3</sup>). Mención aparte merece el uso de canutos de caña, que se utilizó como envase antes de la llegada de las bolsas de polietileno.

El fin consistía en probar diferentes tipos de **contenedor**, con el objetivo de producir planta de calidad apta para las reforestaciones. Esa planta de calidad lista para soportar las condiciones climatológicas y edafológicas adversas en zonas semiáridas en su mayor parte, debería tener un porte de altura suficiente como para poder competir con plantas y animales, así como un sistema radical desarrollado para

arraigar en el terreno. Así en los primeros años se experimentó tanto con contenedores desechables como reutilizables y se estudiaron las ventajas e inconvenientes de ambos. En el primer grupo se encuentran los envases de “turba prensada” y los de tipo “paper-pot o ecopot”. En el segundo grupo se encuentran los envases rígidos como “Super-Leach”, “Forest-pot”, “Roottrainer” o “Arnabat”.

El contenedor debía suministrar a la planta un volumen y un sustrato que permitiera el crecimiento y desarrollo de la planta, creando unas condiciones adecuadas para el intercambio de agua, aire y nutrientes, por lo que el tipo de contenedor debía tener en cuenta diferentes parámetros:

- El tamaño del contenedor dependerá principalmente del tamaño final de la planta de calidad y de su tiempo de producción (1 ó 2 savias) en vivero.
- La densidad de plantas viene dada por el número de alvéolos por bandeja, en caso de que no se produzcan plantas en contenedores individuales. La excesiva densidad provoca serias competencias por luz y agua de las plantas, por lo que conviene encontrar un equilibrio entre la inversión económica y de tiempo y el resultado obtenido en plantas de calidad.
- Los contenedores deben estar diseñados para favorecer la producción de plantas con un sistema radical basado en numerosas raíces secundarias, que eviten el enrollamiento o el remonte de las raíces. Para ello los contenedores se diseñan con estrías longitudinales que fuerzan a las raíces a un crecimiento vertical y con un sistema de autorepicado que impida que la raíz siga profundizando en la tierra una vez superado el fondo del contenedor.
- El material de los contenedores es plástico rígido o semirígido que debe ayudar al manejo de la planta. Este material asimismo debe aislar al cepellón de la desecación al mantener la humedad dentro del contenedor.
- También influirá el precio de los contenedores o la existencia en el mercado de un tipo u otro.
- El diseño del contenedor debe facilitar la extracción sencilla de la planta evitando daños a la raíces.
- La durabilidad y reutilización de los contenedores debe ser un condicionante en la época de ahorro de recursos que corremos.



Al igual que ocurre con los contenedores, había que experimentar en mejorar el **substrato**. Hasta los años 80 se había trabajado con sustrato natural procedente de suelos forestales o agrícolas de las inmediaciones de las instalaciones del vivero. A este tipo de sustrato no se le realizaba un análisis físico-químico, ni se mezclaba con diferentes sustratos para mejorar la textura, por lo que podía darse el caso de utilizar un sustrato arcilloso y de bajo contenido en nitrógeno. Las limitaciones de este tipo de sustrato han llevado a estados cloróticos y al estancamiento en el crecimiento de las plantas.

Las características del sustrato, sin que pueda decirse que exista un medio ideal, debería de cumplir unas características generales que condicionen un crecimiento adecuado para la obtención de planta de calidad:

- Características relacionadas con el medio de crecimiento: control pH, alta capacidad de intercambio catiónico, estructura adecuada, medio estéril...
- Características que afectan a las operaciones de vivero: coste y disponibilidad, durabilidad y facilidad de almacenaje, facilidad de manejo, fácil rehidratación, facilidad para formar el cepellón
- Componentes orgánicos que aporten unas condiciones que aumenten la capacidad de retención de agua y la capacidad de intercambio catiónico: turba o corteza de pino.
- Componentes inorgánicos: vermiculita, perlita, arena
- Capacidad de almacenamiento de nutrientes, de agua y de aire, así como de productos fitosanitarios que garanticen un sano desarrollo de la planta.

La experimentación en el campo de la producción de plantas ha servido para la adaptación a las características de las especies nativas canarias en lo concerniente al tipo de contenedor, sustrato y abono. Se demostró que contenedores “abiertos” con superficie externa transpirable no eran aconsejables con la climatología en Canarias, pues obligaban a aumentar el riego para no perder las plantas. Así pues se ha comprobado que para las especies canarias el envase cerrado o contenedor rígido es más adecuado.

De la bolsa de plástico a principios de los ochenta, se ha pasado a contenedores de diferentes materiales y formas hasta concluir principalmente en contenedores troncopiramidales de marcadas estrías verticales (Figura 6.2). Según el protocolo de

reproducción de especies de flora canaria del Cabildo de la isla de Tenerife (Díaz *et al.*, 2004), las plantas producidas con fines de restauración continúan siendo trasplantadas de los semilleros a bolsas de 15x25, 20x25, 25x30 y 40x50 o a maceta de 1L y 25L. El camino que han seguido los sustratos utilizados ha sido el del empleo de tierra local en los inicios hasta los sustratos importados inertes en la actualidad, habiendo pasado por sustratos basados en turba enriquecidos con nutrientes. Por último, en cuanto al abono, se comenzó con la ausencia total de abonado, pasando por sustratos enriquecidos y la incorporación de abonados de liberación lenta, hasta llegar a la fertirrigación como el método de mejor control para suministrar los nutrientes necesarios en el crecimiento de la planta.



**Figura 6.2;** Producción de sabina (*Juniperus turbinata ssp. canariensis*) en contenedor forestal

Hoy en día existe una serie de especies que se producen con regularidad en contenedor (Naranjo, 2004), si bien hay especies cuya producción en vivero no deberá ser nunca en grandes cantidades al tratarse de especies marginales del ecosistema o que forman parte de planes de rescate genético.

El cultivo de planta a raíz desnuda debe evitarse por las características siempreverde de casi todas las especies y las altas tasas de transpiración debido a las condiciones climáticas reinantes en nuestra latitud. Es recomendable el cultivo en aquellos envases, que permitan un buen manejo del cepellón y el desarrollo de un buen sistema

radical. Con una fertilización adecuada se puede producir planta de calidad de una savia. En estas circunstancias, envases de más de 300 cm<sup>3</sup> son suficientes para un buen desarrollo del cepellón.

Salvo en el caso de que se siembre directamente sobre contenedor, la siembra se suele llevar a cabo sobre bandejas. Al cabo de unos días o semanas de germinación, se trasplanta la plántula a su contenedor forestal definitivo. El sustrato empleado puede variar dependiendo del vivero, pero se aconseja la mezcla de fibra de coco y turba rubia de *Sphagnum* con perlita. El sistema de abonado además de fertirrigación en modernos viveros, puede consistir en la mezcla del sustrato con abono de liberación lenta de una duración de 12-14 meses, porque es el tiempo que la planta va a permanecer en vivero. La dosis de fósforo, nitrógeno y potasio aumenta en la proporción de estos tres nutrientes según se trate la fase de inicio, crecimiento o endurecimiento de la planta.

Durante el periodo de siembra la existencia de ratones en el vivero puede convertirse en un problema al devorar las semillas. La presencia de musgo en bandejas y contenedores es también un problema para el correcto suministro de agua. Sin embargo, las mayores pérdidas de plantas las ocasiona el marchitamiento fúngico o “damping off” (pino, viñátigo, madroño) y el moho gris (brezo, faya).

Las plantas trasplantadas pasan la fase de crecimiento en zona de sombreado durante unos 6 meses hasta que adquieren una altura suficiente, generalmente entre 25 y 35 cm, aunque podrá variar algo según la especie (Naranjo, 2000). Una vez transcurrido dicho periodo, las plantas se exponen al sol para su fase de endurecimiento antes de su salida al campo.

### **3.3. Conclusiones**

En 30 años se ha experimentado con todas las especies nativas de tal manera que se tienen conocimientos sobre la reproducción sexual de las mismas. No obstante, existen al menos 3 especies en donde la propagación vegetativa sigue siendo la más practicada (sauce, saúco y tarajal), si bien en la isla de Tenerife se reproduce el sauce de semilla (Díaz et al., 2004) y en la isla Gran Canaria se ha reproducido el saúco. La variabilidad en el porcentaje de germinación es tan amplia que obligará a seguir trabajando en métodos que logren aumentar la germinación.

En lo que se refiere a contenedores, sustratos y abonos la experimentación se ha dirigido hacia una mayor productividad, si bien dependiente de la importación de materiales. Siempre es de esperar en el futuro nuevas metodologías, si bien los cambios sustanciales ya se han producido.

Pendiente queda el establecimiento de parcelas y estudios que determinen los parámetros cuantitativos y cualitativos de las especies que aún no han sido reguladas.

## **4. Plantación**

### **4.1. Introducción**

La etapa final de la repoblación forestal consiste en la plantación y en la adaptación al medio de las plantas. Las plantas tras pasar una fase en el vivero salen al campo donde deben arraigar.

Desde los años 40 del siglo XX la Administración se ha encargado de realizar grandes repoblaciones forestales en las islas de El Hierro, La Gomera, Tenerife y Gran Canaria (Del Arco *et al.*, 1990 y 1992; Pérez de Paz *et al.*, 1994b). En la Palma se llevaron a cabo menos repoblaciones al tratarse de una isla boscosa (Pérez de Paz *et al.*, 1994a). También en Lanzarote y Fuerteventura se realizaron repoblaciones, si bien han sido las islas menos favorecidas por la política forestal de repoblaciones, debido principalmente a las adversas condiciones reinantes para la implantación de formaciones forestales.

En el año 1987 redacta el Gobierno de Canarias para la isla de Gran Canaria el Plan de Repoblaciones forestales Horizonte Año Dos Mil. Si bien se trató de un plan elaborado para una de las islas más deforestadas, las técnicas propuestas son extrapolables al resto de las islas del archipiélago. La escasez de suelo, la abundancia de rocas, el peligro de erosión y la accidentada orografía desaconsejaban el uso de preparación mecanizada, por lo que como solución se presentaba la preparación a mano y por hoyos cúbicos. La menor eficacia de este sistema justificaba intensificar las reposiciones de marras. La densidad propuesta se situaba en los mil hoyos por hectárea, distribuidos al tresbolillo y en forma de cubos de 40 centímetros de arista. La apertura de hoyos debía realizarse en primavera o principios de verano, a fin de que la tierra extraída y a devolver al hoyo antes de las primeras lluvias, tuviera tiempo de sufrir un cierto grado de oxigenación y meteorización.

La plantación se consideraba la operación más delicada de todas las fases de la repoblación. La bolsa de polietileno trataba de retirarse cuidadosamente de forma que no se deshiciera el cepellón con la consiguiente rotura de raíces secundarias. Colocado el cepellón con su plántula en el hoyo, se rellenaba el hoyo con la tierra anteriormente extraída, presionándola ligeramente para no dejar bolsas de aire y dejando las hojas de la planta por encima del nivel del terreno.

Tras la plantación se debía proceder a la protección del repoblado, consistente en la construcción de pequeños castilletes de piedra alrededor de la planta, que protegiera del sol, viento y roedores. En el caso de la falta de piedras, la propuesta era sustituirla por ramas de matorral. Si bien este tipo de protección era consolidar la metodología aplicada sobre todo en las repoblaciones de pino canario, pronto se generalizó la protección individual basada en mallas de alambre realizadas por los propios peones forestales. Asimismo se hizo mención a la protección del repoblado frente al ganado que pudiera pastorear en la zona de plantación. Se aconsejaba acotar la zona entre 5 y 10 años.

A pesar del esmero en las distintas fases de la plantación, debido a la dureza de las condiciones ambientales, se previa marras para el primer año del orden del 60% y del 30% para el segundo año. La realidad fue a menudo otra motivada por las adversas condiciones climatológicas. A pesar de las duras condiciones no se planteaba el riego de las repoblaciones. Cuando se plantea la necesidad de surtir de agua a las plantas, se buscaron alternativas al riego con el uso en el ahoyado de polímeros como retenedores de agua, los cuales demostraron no ser eficaces.

## **4.2. Experiencias**

La experiencia acumulada ha ido depurando las distintas prácticas necesarias para el arraigo de la plantación en los diferentes ecosistemas. Así la labor de desbroce de matorral previa a la plantación se realiza a hecho en los terrenos llanos o por fajas en terrenos con pendiente. El desbroce puede ser mecanizado con desbrozadoras. Durante la tarea de desbroce se respeta el estrato arbustivo que pueda aportar sombra o protección a la especie. La preparación del terreno se basa fundamentalmente en el ahoyado manual, aunque si el suelo lo permite, se ha realizado con barrena helicoidal o con retroaraña, con el fin de mejorar las condiciones del terreno. El “engoroso” de los primeros años ha pasado a ser una “poceta” o una microcuenca con contra pendiente para la mayor recepción de agua de lluvia o riego.

La planta más utilizada debe ser de una savia con cepellón. Las plantaciones deben llevarse a cabo en otoño con las primeras lluvias o con el simple cambio de tempero. Ello no garantiza siempre el arraigo, por lo que se ha comprobado a menudo la necesidad de regar. En relación a la aplicación del riego, éstos deben ser de establecimiento y de mantenimiento. El riego de asentamiento se efectúa para poder realizar las labores de plantación y su objetivo es que el suelo adquiera tempero. Se realiza posterior a la plantación. El riego de mantenimiento se efectúa para asegurar la viabilidad de la repoblación en caso de que las precipitaciones en los meses posteriores a la plantación sean muy reducidas y se ponga en peligro la supervivencia de las plantas y, en todo caso, durante los dos primeros veranos. A veces el riego está recomendado si tras la plantación, aún siendo en otoño o invierno, comienza un ciclo de calima. En general el riego persigue suavizar las condiciones de establecimiento, pero sin alterar considerablemente los ciclos fisiológicos de las plantas.

El riego en el caso del cardonal – tabaibal es algo diferente. Las tabaibas carecen de hojas en verano por lo que no existe riesgo de perder la planta por transpiración. El riego no se justifica en verano, sino en otoño adelantando o simulando las primeras lluvias. Tampoco el riego de asentamiento es inmediato como en el resto de especies pues se ha de dejar días o semanas para que las heridas de las plantas cicatricen. Si se riega con cicatrices abiertas las plantas se pudren.

El marco de plantación usado generalmente ha sido el de 3x3 m al tresbolillo, con densidades finales de unos 1000 pies ha<sup>-1</sup>. En plantaciones bajo copa, las plantas se ubicarán en huecos donde reciban más cantidad de luz. En condiciones más adversas, en las vertientes sur de las islas, se tiende a un mayor marco de plantación que puede descender en un número de plantas de hasta 300-400 pies/ha. Se trata de asegurar la plantación, pues en este caso en el que el riego aumenta el coste, baja el número de plantas para abaratar los cuidados culturales y establecer así el número final de pies semilleros suficientes para consolidar una masa final de regeneración natural posterior.

En el caso de plantaciones mixtas, se debe plantar por pequeños grupos o bosqueques atendiendo a su autoecología y para evitar competencias interespecíficas innecesarias (Plan Forestal de Canarias, 1999). En el caso de las especies de sombra o media sombra del monte verde además la plantación debe ser bajo copa, pudiendo elegir para ello pinares, castañares, olmedas, escobonales o codesares. Caso aparte resulta la repoblación bajo eucaliptales por la fuerte competencia que ejerce el estrato dominante del eucalipto sobre el repoblado bajo cubierta. El inconveniente que se plantea a posteriori en las tareas de gestión radica en el tratamiento de aclarado, por lo que la plantación bajo un estrato arbustivo resulta bastante apropiado.

La ventaja de la plantación en superficies desarboladas que no requieren aclarado, se ve descompensada por los mayores gastos de riego hasta la que planta logra consolidarse.

Dada la alta incidencia durante décadas de herbívoros en las islas, principalmente el conejo, se hace imprescindible la utilización de protectores. Se ha optado por mallas plásticas perforadas de 0,6 m altura que permitan circular el aire y reduzcan el efecto invernadero. Estos protectores, además reducen la insolación provocando menor transpiración y ayudan al seguimiento y mantenimiento de la repoblación. Se han usado también mallas metálicas que necesitan de un mayor mantenimiento. Los protectores se fijan al suelo mediante tutores. Una vez las plantas han superado con creces el protector, a partir del tercer año, éste puede ser retirado pues ya no son objetivo de los herbívoros. A partir de ese momento el mantenimiento adecuado de la plantación requiere de una serie de cuidados culturales, que serán más intensos si se le da un carácter más productor a la reforestación.

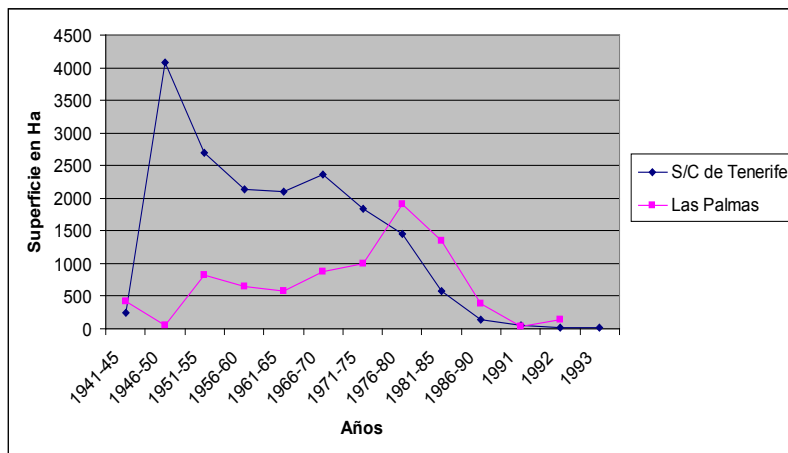
Las islas más favorecidas en superficie repoblada han sido las islas centrales de Tenerife y Gran Canaria. En la Tabla 2 y Figura 3 se presentan las repoblaciones llevadas a cabo en los últimos años, así como la evolución de la superficie repoblada en Canarias desde los primeros años hasta mediados de los noventa.

Tabla 6.2. Repoblaciones forestales en hectáreas durante el período 2004 -2009 por provincias y ecosistemas. Elaboración propia. Fuente: Viceconsejería de Medio Ambiente. Gobierno de Canarias.

PROVINCIA	CONÍFERAS*	FRONDOSAS*	TERMÓFILO	CARDONAL - TABAIBAL
S/C de Tenerife	153,81	336,32	1,00	–
Las Palmas	540,94	207,66	93,59	49,00

\* Las repoblaciones de coníferas son fundamentalmente con pino canario y las de frondosas con monteverde.





**Figura 6.3;** Evolución de la superficie repoblada en hectáreas por provincias durante el período 1941-1993. Elaboración propia. Fuente: Viceconsejería de Medio Ambiente. Gobierno de Canarias.



**Figura 6.4;** Reforestación de monte verde de 25 años con la presencia de las siguientes especies: palo blanco, laurel y barbusano. Como herbácea aparece la caña (*Arundo donax*) como especie invasora introducida.

A las repoblaciones llevadas a cabo por las administraciones públicas (Figura 6.4), en estas últimas décadas se han unido las repoblaciones realizadas por la Fundación Foresta (1998-2010: 378 hectáreas) y por grupos ambientalistas o asociaciones. Las repoblaciones han contado con el beneplácito de la administración que suministra las plantas. La mayor parte de ellas se ha llevado a cabo en terrenos públicos, si bien a partir de la orden de 9 de noviembre de 1993 que establecía un sistema de ayudas para fomentar la forestación de las explotaciones agrarias se ha venido repoblando en fincas particulares con diferente grado de éxito.

### **4.3. Conclusiones**

La topografía de las islas y el estado de erosión de los suelos condicionan en gran medida la preparación del terreno y uso de maquinaria. No obstante, se ha puesto de manifiesto la mejor calidad del ahoyado mecánico frente al ahoyado manual, sobre todo en suelos poco profundos y pedregosos, que son los predominantes en las vertientes sur.

Se ha comprobado que plantas procedentes de macetas o bolsas de polietileno con gran volumen responden mejor a la sequía aunque tienen malos desarrollos radicales. La planta en modernos contenedores tiene un buen sistema radical pero se presenta vulnerable a la sequía por el pequeño volumen del cepellón que se deseca con rapidez, lo que obliga a plantar con el suelo en tempero y principalmente en otoño.

Los protectores resultan necesarios, si bien su uso conlleva una serie de inconvenientes: dificultad de instalación, vulnerabilidad al viento y estrechez. Para algunas especies con fuerte desarrollo lateral como palmera, acebuche o almácigo el protector de malla plástica no resulta apropiado. Por un lado las ramas tienden a romper el protector, pero por otro lado la malla daña la planta al incrustarse en la rama.

En islas deforestadas como Lanzarote y Fuerteventura donde la acción del viento aumenta considerablemente la evapotranspiración se recomienda además del protector, el uso de muretes de piedra que faciliten el crecimiento de las plantas en altura.

En 30 años se ha conocido el temperamento de las especies y sus distintas vulnerabilidades, hecho que exige sopesar la elección de especies según las características de la estación forestal. Existen especies (laurel, viñátigo, faya) en las que resulta

necesaria a veces una poda de guiado con el fin de lograr un incremento en altura para que la especie se establezca definitivamente en el lugar de plantación. En especies sensibles a la poda como en el caso del viñátigo el uso de pasta cicatrizante es aconsejable.

La debilidad de las plantas o el estrés que sufren en los primeros años de la plantación puede derivar en la presencia de plagas y enfermedades. La plantación en condiciones desfavorables para las especies altera sus condiciones fisiológicas. Esta situación debilita a las plantas, con lo que aparecen los ataques de animales (plagas) y de hongos (enfermedades). Las plagas son provocadas a menudo por cóccidos (lapillas, cochinillas, serpetas), mosca blanca o trips. Los hongos pueden aparecer sobre las hojas (fumagina) o en las raíces (*Fusarium*, *Verticillium*). Estos últimos son perjudiciales porque son los causantes de una traqueomicosis que a menudo lleva a la muerte de la planta. Para prevenir la fusariosis o verticiliosis se deben evitar terrenos pesados en la plantación de las especies susceptibles a estas enfermedades.

La mayor debilidad la produce la sequía, que en el caso extremo se manifiesta en forma de sequía fisiológica, la cual produce una muerte súbita en la planta que aparentemente se encontraba sana.

Una vez superada la fase de establecimiento de la repoblación, aún queda un período de seguimiento de la plantación, durante el cual se ha de determinar la necesidad de reponer marras o eliminar protectores, con el fin de garantizar a largo plazo la viabilidad del repoblado.

Los niveles de diversidad genética de las especies forestales son potencialmente afectados por las prácticas forestales. Esto debe tenerse en cuenta para la restauración de ecosistemas autóctonos ya que conservar los patrones naturales de diversidad genética es una condición imprescindible para mantener la viabilidad a largo plazo de las poblaciones. En repoblaciones aisladas o donde predominen las masas artificiales puede producirse una disminución de la viabilidad por un empobrecimiento genético. En este contexto debe ponerse una atención especial en el uso de material forestal de reproducción con un alto nivel de diversidad genética (Navascués y Emerson, 2006).

Las repoblaciones forestales han sido realizadas en el pasado con fines de aprovechamiento de madera o restauración hidrológica, en el futuro podrán ser para evitar la pérdida de biodiversidad, garantizar espacios de ocio o producir biomasa, en todo caso, bajo el paraguas del cambio climático.

## Bibliografía consultada y referencias.

- ALÍA, R.; GARCÍA, J.M.; IGLESIAS, S.; MANCHA, J. A.; DE MIGUEL, J.; NICOLÁS, J. L.; PÉREZ, F. y SÁNCHEZ, D. (2009). *Regiones de procedencia de especies forestales en España*. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid. 363 pp.
- ARECHA VALETA, M.; RODRIGUEZ, S.; ZURITA, N. y GARCIA, A. (COORD) (2010). *Lista de especies silvestres de Canarias. Hongos, plantas y animales terrestres. 2009*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial. Gobierno de Canarias. 579 pp.
- ARÉVALO, J. R. y FERNÁNDEZ-PALACIOS, J. M. (2005). From pine plantations to natural stands. Ecological restorations of a *Pinus canariensis* Sweet.ex Spreng forest. *Plant Ecology*, 181: 217-226.
- ARTILES PEÑA, B. (1996). *Estudio cartográfico de árboles selectos de lauráceas en Gran Canaria*. Universidad de Huelva. Escuela Politécnica Superior de Ingeniería Técnica Forestal. Trabajo fin de carrera, no publicado.
- BAÑARES, A. y BARQUÍN, E. (1982). Árboles y arbustos de la laurisilva gomera: Parque Nacional Garajonay. Santa Cruz de Tenerife, 47 pp.
- BAÑARES, A. (1992). Contribución al conocimiento de la propagación vegetativa y sexual de las especies vegetales de la laurisilva canaria I. *Botánica Macaronésica* 19-20, 53-64.
- BARBERO MARTÍN, A.; GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, F. y CATALÁN BACHILLER, G. (1994). *Manual de Forestación en Tierras Agrícolas*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 117 pp.
- CORTINA, J.; PEÑUELAS, J. L.; PUÉRTOLAS, J.; SAVÉ, R. y VILAGROSA A. (2006). *Calidad de la planta forestal para la restauración en ambientes mediterráneos: Estado actual de conocimientos*. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 191 pp.
- DEL ARCO AGUILAR, M. J.; PEREZ DE PAZ, P. L.; WILDPRET DE LA TORRE, W.; LUCIA SAUQUILLO, V. y SALAS PASCUAL, M. (1990). *Atlas cartográfico de los pinares canarios: La Gomera y El Hierro*. Consejería de Política Territorial. Gobierno de Canarias. Santa Cruz de Tenerife. 90 pp.
- DEL ARCO AGUILAR, M. J.; PEREZ DE PAZ, P. L.; RODRIGUEZ DELGADO, O.; SALAS PASCUAL, M. y WILDPRET DE LA TORRE, W. (1992). *Atlas cartográfico de los pinares canarios: II Tenerife*. Consejería de Política Territorial. Gobierno de Canarias. Santa Cruz de Tenerife. 228 pp.
- DELGADO GONZALEZ, J. C. (1986). *Propagación de árboles canarios*. Excmo. Cabildo Insular de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria, 188 pp.
- FERNÁNDEZ, A.; FAGUNDO, C.; HERRERA, A.; PADILLA, J.; AGUILAR, J. y LERALTA, J. (1998). *Guía de visita del Parque Nacional de Garajonay. La Gomera*. Ministerio de Medio Ambiente. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid. 161 pp.
- FERNÁNDEZ, A. B. (2004). *Conservación y restauración ecológica de los bosques*. En: *Naturaleza de las Islas Canarias: Ecología y Conservación*. Santa Cruz de Tenerife, pp 375 – 382.
- FORESTA. FUNDACIÓN CANARIA PARA LA REFORESTACIÓN (2011). *Recopilación Info Foresta*. Informe inédito.
- GOBIERNO DE CANARIAS (1987). *Horizonte Año Dos Mil: Plan de repoblaciones forestales para la Isla de Gran Canaria*. Consejería de Política Territorial. Dirección General del Medio Ambiente y Conservación de la Naturaleza.
- GONZÁLEZ ARTILES, F. J.; CABRERA PÉREZ, M. A. y GONZÁLEZ MARTÍN, M. (1993). *Resultados de una experiencia de repoblación con especies arbóreas de laurisilva canaria*. Investigación Agraria: Sistemas y recursos forestales Vol. 2 (2), 197- 209.
- GONZÁLEZ ARTILES, F. J. (1999). Ensayos de restauración de las formaciones termófilas canarias. Investigación Agraria: Sistemas y recursos forestales Vol. 8 (2), 279-292.
- GONZÁLEZ MOLINA, J.M. (2008). *Selvicultura de la laurisilva canaria*. En: *Compendio de selvicultura aplicada en España*. INIA. Madrid, pp 909-928.

- GUZMÁN, J.; CABRERA, F. y MELIÁN A. (2007). *Árboles de Canarias: Guía de campo*. Alejandro Melián Educación Ambiental. Las Palmas de Gran Canaria, 30 láminas.
- KUNKEL, G. & M. A. (1974). *Flora de Gran Canaria I: Árboles y arbustos arbóreos*. Ediciones del Excmo. Cabildo Insular de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria. 50 láminas.
- LÓPEZ, E.; CLIMENT, J. y MONTERO, G. (2008). *Selvicultura de Pinus canariensis Sweet*. En: Compendio de Selvicultura aplicada en España. INIA. Madrid, pp 267-288.
- LUIS, V. C.; JIMÉNEZ, M. S. ; GIL, P. y MORALES, D. (2001). *Influencia de los factores ambientales en la mortalidad de plántulas de Pinus canariensis en condiciones naturales*. Actas del III Congreso Forestal Español. Mesas 1 y 2: 357-362.
- LUIS, V. C.; PUÉRTOLAS, J.; CLIMENT, J.; PETERS, J.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, A. M.; MORALES, D. y JIMÉNEZ, M. S. (2009). Nursery fertilization enhances survival and physiological status in Canary Island pine (*Pinus canariensis*) seedlings planted in a semiarid environment. Eur J Forest Res. Published online. Springer Verlag.
- MAYA, P.; MONZÓN, A. y PONCE, M. (1988). *Datos sobre la germinación de especies endémicas canarias*. Botánica Macaronésica 16, 67-80.
- MAYA, P. (1989). Notas sobre la germinación de *Arbutus canariensis* Veill. Botánica Macaronésica 17, 27-36.
- MONTOYA OLIVER, J. M. y CAMARA OBREGÓN, M<sup>a</sup>. A. (1996). *La planta y el vivero forestal*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 127 pp.
- MARTIN ESQUIVEL, J. L.; URQUIOLA PASCUAL, E. y GARCÍA FERNÁNDEZ, I. (1994). *Medio Ambiente en Canarias. Memoria 1993*. Consejería de Política Territorial. Viceconsejería de Medio Ambiente. Gobierno de Canarias. 301 pp.
- NARANJO BORGES, J. (1992). Estudio autoecológico de especies arbóreas canarias a través de mediciones de tensión de succión. Excmo. Cabildo Insular de Gran Canaria. Estudio no publicado.
- NARANJO BORGES, J. (1995). Crecimiento juvenil de las lauráceas en distintas calidades de estación en la isla de Gran Canaria. Vector plus 4, 17-27.
- NARANJO BORGES, J. (2000). Parcela experimental Pico de Osorio: Plantación con cepellón y a raíz desnuda. Silva 0, 20-23.
- NARANJO BORGES, J. (2004). *La laurisilva en Canarias y en Madeira*. Forestalia 9, El coleccionable 1-8.
- NAVARRO CERRILLO, R. M<sup>a</sup>.; GÁLVEZ, C.; CONTRERAS, V. y DEL CAMPO, A.D. (1998). *Protocolo para la caracterización del cultivo de plantas forestales en contenedor*. ETSI Agrónomos y de Montes-Universidad de Córdoba. Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación-Laboratorio Agroalimentario. Córdoba. 77 pp.
- NAVASCUÉS, M. y EMERSON, B. C. (2006). *Diversidad y flujo genético en plantaciones de Pinus canariensis*. IV Jornadas Forestales de la Macaronesia. Santa Cruz de La Palma.
- PEÑUELAS RUBIRA, J. L. y OCAÑA BUENO, L. (1996). *Cultivo de plantas forestales en contenedor*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 190 pp.
- PEREZ DE PAZ, P. L.; DEL ARCO AGUILAR, M. J.; RODRIGUEZ DELGADO, O.; ACEBES GINOVÉS, J. R.; MARRERO GÓMEZ, M. V. y WILDPRET DE LA TORRE, W. (1994a). *Atlas cartográfico de los pinares canarios: III La Palma*. Consejería de Política Territorial. Gobierno de Canarias. Santa Cruz de Tenerife. 160 pp.
- PEREZ DE PAZ, P. L.; SALAS PASCUAL, M.; RODRIGUEZ DELGADO, O.; ACEBES GINOVÉS, J. R.; DEL ARCO AGUILAR, M. J. Y WILDPRET DE LA TORRE, W. (1994b). *Atlas cartográfico de los pinares canarios: IV Gran Canaria y plantaciones de Fuerteventura y Lanzarote*. Consejería de Política Territorial. Gobierno de Canarias. 199 pp.
- RODRIGUEZ, C.; LLARÍA, M. A.; FERNÁNDEZ, P. y DELGADO, J. A. (2004). *Fichas de germinación de especies de flora canaria*. Cabildo Insular de Tenerife. 53 pp.
- SANTOS GUERRA, A. (1983). *Vegetación y Flora de La Palma*. Ed. Insular Canaria. 352 pp.

- SOSA HENRÍQUEZ, P. A.; NARANJO CIGALA, A.; MÁRQUEZ GARCÍA, M.; ESCANDELL BERMÚDEZ, A. y GÓNZALEZ PÉREZ, M. A. (2007). *Atlas de los palmerales de Gran Canaria*. La Caja de Canarias. Las Palmas de Gran Canaria. 187 pp.
- SUÁREZ RODRÍGUEZ, C. (1994). *Estudio de los Relictos actuales del Monteverde en Gran Canaria*. Ed. Cabildo Insular de Gran Canaria / Consejería de Política Territorial del Gobierno de Canarias. Las Palmas de Gran Canaria. 617 pp.
- VARIOS AUTORES (1999). *El Plan Forestal de Canarias*. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente. Viceconsejería de Medio Ambiente. Gobierno de Canarias. 171 pp.
- VELÁZQUEZ PADRÓN, C.; NARANJO BORGES, J.; GONZÁLEZ MOLINA, J. M. y CASTRO REINO, S. (1987). *La laurisilva y su selvicultura: Estudio sobre conservación forestal*. Monografía 46. ICONA. Madrid, 110 pp.
- VERDÚ, M. y GARCÍA-FAYOS P. (2002). Ecología reproductiva de *Pistacia lentiscus* L. (Anacardiaceae): un anacronismo evolutivo en el matorral mediterráneo. *Revista Chilena de Historia Natural* 75, 57-65.
- VOGGENREITER, V. (1975). Vertikalverbreitung der natürlichen und introduzierten Flora in der zentralen SW-Abdachung von Tenerife (mit Beispielen von Vegetationstypen). *Monographiae biologiae Canariensis* nº 6. Excmo. Cabildo Insular de Gran Canaria. Las Palmas. 47 pp.
- ZOBEL, B. & TALBERT J. (1988). *Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales*. México. 545 pp.







# **Regeneración en los bosques canarios. Pinar, laurisilva y termófilo**

Javier Méndez,

Guacimara González-Delgado

Otto Rüdiger

Lea De Nascimento

José María eFrnández-Palacios

## **1. Los bosques de Canarias**

Tres formaciones boscosas naturales, claramente diferenciadas en sus requerimientos ambientales, historia evolutiva, fisionomía, estructura, composición específica, parámetros tróficos, parámetros funcionales, dinámica y uso al que han sido sometidos históricamente por los humanos, se distribuyen en la actualidad en el archipiélago canario: el pinar, la laurisilva, o monte verde, y los bosques termófilos. La distribución potencial de estos bosques se ha visto en gran medida afectada tanto por las actividades de los colonizadores y conquistadores, -no siendo incluso descartable que alguna formación forestal existente antes de la llegada de los humanos pudiera haber sido totalmente aniquilada (de Nascimento *et al.*, 2009) -, como por las repoblaciones (pino canario) y plantaciones (pinos exóticos, eucaliptos, acacias, etc.) llevadas a cabo el siglo pasado.

La regeneración natural es un proceso a menudo lento, impredecible y extremadamente complejo, ya que en ella están involucrados muchos factores bióticos y abióticos que influyen y limitan el establecimiento y la supervivencia de cada una de las fases de la regeneración (el llamado “reclutamiento” de individuos) (Clark, 1999; Pardos *et al.*, 2005). El lugar donde puede caer una semilla está compuesto por una serie de microambientes que pueden ser muy heterogéneos y que deter-

minarán el número y la distribución de las plántulas que serán reclutadas desde el *pool* de semillas disponibles hasta una población de plántulas (Harper, 1977). Los cambios en las condiciones del entorno producidos por las perturbaciones pueden alterar la frecuencia de estos sitios adecuados y con ello la probabilidad de que una semilla germine y que la plántula resultante logre sobrevivir. Este paso de semillas a plántulas es la etapa más crítica que se produce en el ciclo de vida de los árboles (Harcombe, 1987), y su éxito depende de la capacidad de proporcionar suficientes semillas o propágulos que sobrevivan y sean capaces de germinar, así como de la supervivencia y crecimiento de las plántulas producidas, que posteriormente pueden explicar muchos aspectos de la población adulta (Harper, 1977; Silvertown y Doust, 1993; Shibata y Nakashizuka, 1995; Li y Ma, 2003).

A pesar de la importancia de este hecho, en Canarias, la regeneración de los ecosistemas ha sido insuficientemente estudiada, especialmente en el bosque termófilo, uno de los ecosistemas más degradado actualmente en las islas. Durante los últimos quince años, el Grupo de Ecología y Biogeografía Insular (GEBI) de la Universidad de La Laguna ha intentado aportar un poco de luz al vacío de conocimientos en este campo, llevando a cabo numerosos estudios financiados por diferentes instituciones públicas y privadas que han dado lugar a varias tesis doctorales y a numerosos artículos publicados en revistas científicas de impacto. El objeto de este capítulo es profundizar en los procesos de regeneración que ocurren en estos bosques, para lo cual se ofrece una recapitulación de los hallazgos más relevantes obtenidos por nuestro grupo en el estudio de la regeneración natural de los bosques canarios.

## **2. El pinar**

El pinar canario es la formación forestal dominante en el archipiélago canario, abarcando un 60% de la cubierta forestal de las islas. Se extiende en Gran Canaria, Tenerife, La Palma y El Hierro por encima del matorral costero –o si estuvieran presentes por encima de los bosques termófilos– en las vertientes a sotavento hasta los 2300 m y por encima de la laurisilva a barlovento hasta aproximadamente los 2000 m de altitud, donde es sustituido en las islas que alcanzan dicha altura por el matorral de cumbre. Aparece de forma natural y muy puntual ligado a algunos roques en La Gomera, con poblaciones escasas aunque de alto valor genético.

El pinar crece en zonas con condiciones climáticas muy diferentes, soportando bien altas y bajas temperaturas, así como precipitaciones escasas y abundantes. Estas diferencias llegan a tal extremo, que podríamos considerar que el pinar húmedo, que

se extiende a barlovento, y el pinar seco, que lo hace a sotavento, son en realidad dos ecosistemas diferentes en términos de dinámica, riqueza en especies, composición específica, cobertura, densidad, biomasa, necromasa o producción primaria neta, pero que por estar ambos ecosistemas dominados por el pino, una especie de marcado carácter generalista, que le posibilita desarrollarse en condiciones ambientales muy cambiantes, este ha cedido su nombre a ambos ecosistemas. Cabría incluso hablar de un pinar de cumbre, ubicado en la transición de esta formación hacia el matorral de cumbre, en donde se enriquece con las especies más resistentes de dicho matorral.

El pinar es una comunidad pobre en especies vegetales, siendo común encontrar zonas pobladas exclusivamente por el pino, aunque la riqueza es variable dependiendo de su estado de conservación. A sotavento, el sotobosque del pinar se enriquece con la aparición del jaguarzo (*Cistus monspeliensis*), amagante (*C. symphyti-folius*) y escobón (*Chamaecytisus proliferus*) entre otras especies, mientras que a barlovento suelen acompañar al pinar el brezo (*Erica arborea*), la faya (*Morella faya*), el acebiño (*Ilex canariensis*) o el torvisco (*Daphne gnidium*). Cuando el pinar gana en altitud, los elementos más transgresivos del matorral de cumbre, como la falsa conejera (*Pterocephalus lasiospermus*) o el codeso de cumbre (*Adenocarpus viscosus*), suelen hacerse notar.

El máximo protagonista del pinar es el pino canario (*Pinus canariensis*), un paleoendemismo cuyos individuos adultos pueden medir 30 m de altura, aunque algunos pueden superar los 50 m y su edad puede alcanzar los 400 o incluso los 800 años (Génova y Santana, 2006). Los primeros fósiles de un antecesor de esta especie se remontan al Mioceno, extendiéndose por toda la ribera del mar de Tetis, desde España hasta Turquía (Kasapligil, 1976; Millar, 1993; Morla *et al.*, 2002), estando su distribución en la actualidad restringida a las Islas Canarias. En este archipiélago, el fósil más antiguo se ha encontrado en la isla de Gran Canaria, con una antigüedad de 13 millones de años (García-Talavera *et al.*, 1995). Fue probablemente la baja tolerancia del pino canario a las heladas (Farjon, 1984) lo que determinó la extinción de la población continental de la especie tras los dramáticos cambios climáticos que tuvieron lugar a finales del Terciario (Frankis, 1999). En cambio, las poblaciones del Archipiélago se mantuvieron, ya que encontraron refugio en el clima más suave de las islas, tal y como ocurrió con los bosques de laurisilva, otra reliquia vegetal del Terciario. Actualmente, multitud de estudios genéticos han puesto de manifiesto que el pino canario está estrechamente relacionado con los pinos mediterráneos actuales (*P. brutia*, *P. halepensis*, *P. heldreichii*, *P. pinaster* y *P. pinea*), por lo que ha sido incluido junto a estos dentro de la subsección *Pinaster* (Liston *et al.*, 1999;

Wang *et al.*, 1999), además de *P. roxburghii*, especie que actualmente crece en el Himalaya (Gernandt *et al.*, 2005).

### **2.1. Regeneración del pinar canario**

El pino canario está especialmente adaptado a los incendios forestales, aunque su comportamiento tras estos ha sido poco estudiado en comparación con otras especies de pino mediterráneas resistentes al fuego como *P. halepensis*, *P. brutia* o *P. pinaster*. Estas especies forman algunos de los ecosistemas más inflamables de la región mediterránea, al tiempo que son las más adaptadas a los incendios forestales, presentando diversas estrategias de supervivencia en respuesta al régimen de incendios particular de su hábitat (Keeley y Zedler, 1998). Las adaptaciones al fuego en el pino canario son una combinación de estrategias que aseguran tanto la supervivencia de los individuos adultos como la resiliencia de la población (Climent *et al.*, 2004). La resistencia al fuego de los adultos de pino canario se debe principalmente a la presencia de una gruesa corteza y a su capacidad de rebrotar tras un incendio, capacidad única entre los pinos europeos (Foto 1), aunque compartida con unas pocas especies de pino, como *P. leiophylla*, *P. echinata*, *P. merkusii* o *P. rigida* (Climent *et al.*, 2007). Además de estas características, los adultos de pino canario poseen acículas gruesas y largas, elevada longevidad, crecimiento en altura que aleja la copa del suelo y una profunda raíz pivotante cuando el sustrato lo permite, características que le permiten sobrevivir a las elevadas temperaturas de los incendios, así como evitar que el fuego se propague por la copa. El pino canario presenta además una proporción variable de piñas serótinas que aseguran un banco aéreo de semillas que se libera tras un incendio (Climent *et al.*, 2004). Una posible razón para la coexistencia de estas dos estrategias es aumentar las posibilidades de regeneración, no solo tras un incendio, sino también en claros producidos por la caída de individuos viejos o muertos o por el efecto de tormentas (Climent *et al.*, 2004).

En este ecosistema tan propenso a los incendios forestales, el estudio de su regeneración va íntimamente ligado a los incendios forestales. La mayoría de los estudios sobre regeneración sexual del pino canario se han centrado en los efectos a corto y medio plazo de los incendios forestales, debido a que el pinar canario es un ambiente propenso a sufrirlo (Höller mann, 2000; Arévalo *et al.*, 2001; Escudero *et al.*, 2002). En recientes trabajos realizados por el GEBI se ha estudiado la regeneración de esta especie, en la isla de La Palma, a más largo plazo tras un incendio forestal, así como en ausencia de fuegos, para obtener una imagen más global de los complejos

procesos que la determinan y obtener indicios que permitan una mejor gestión de las masas forestales del archipiélago (Méndez, 2010).

La floración del pino canario tiene lugar desde finales del mes de febrero a finales de marzo, según las condiciones climáticas particulares de la zona. Los estróbilos femeninos son de maduración bianual, como ocurre en la mayoría de los pinos de la Península Ibérica; la diseminación se retrasa generalmente hasta el tercer verano tras la floración (Klaus, 1988). Cuando se completa su desarrollo, las piñas se abren y dejan libres los piñones (semillas) cada uno de los cuales está provisto de un apéndice alar que le permite ser transportado a grandes distancias por el viento. Las semillas son liberadas durante todo el año, aunque en mayor proporción durante el verano, debido a la apertura de las piñas por el calor, lo que se traduce en una disponibilidad de semillas durante todo el año, unas siete semillas por metro cuadrado (Méndez, 2010). La germinación de estas semillas supone una de las etapas de mayor riesgo para las plantas, donde se pasa del estado de mayor tolerancia a las condiciones ambientales (la semilla) al estado más sensible y vulnerable en el desarrollo (la plántula) (Harper, 1977).

En el campo, la tasa de germinación de esta especie es muy baja, solo entre el 2-18%, cifra mucho menor al 20-90% encontrado en condiciones de laboratorio (Escudero *et al.*, 2002; Alía *et al.*, 2009; García-Domínguez, 2011). Esta tasa de germinación está influida por las condiciones de su entorno, como la densidad de adultos o la precipitación. Además, presenta una respuesta unimodal al tiempo transcurrido tras un incendio que se explicaría porque los individuos adultos supervivientes al fuego dedican más recursos a la recuperación de tejido fotosintético y de sostén que al reproductor, por lo que las semillas que se generen mientras no se hayan recuperado completamente estos tejidos tendrán una viabilidad menor (Keeley y Zedler, 1998). Nuestros resultados indican que la producción de semillas va mejorando hasta que transcurren 13 años, momento en que la bóveda se recupera por completo y los individuos comienzan a competir por recursos del ecosistema como la luz o el espacio, haciendo que la producción de semillas disminuya de nuevo. Por otro lado, multitud de factores ambientales modificados por los incendios pueden influir durante todo ese tiempo en las tasas de germinación, como por ejemplo el contenido de fósforo en los suelos incendiados, que aumenta progresivamente tras un incendio (Durán *et al.*, 2008), coincidiendo con el aumento en la tasa de germinación.

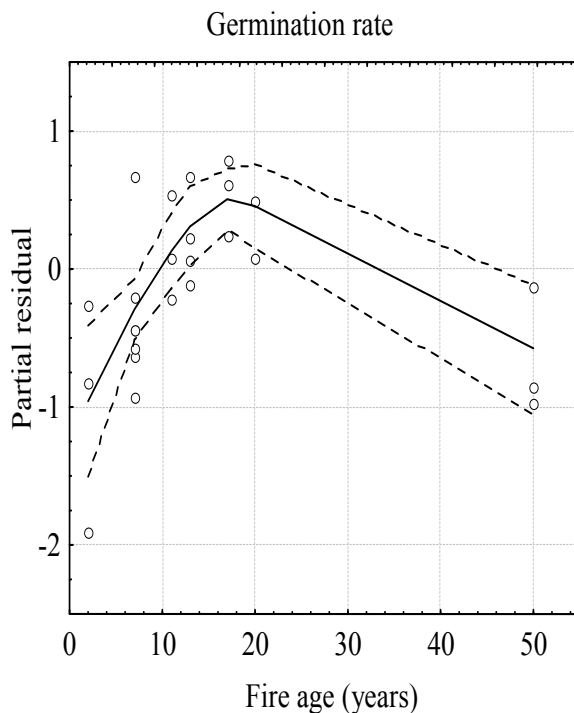
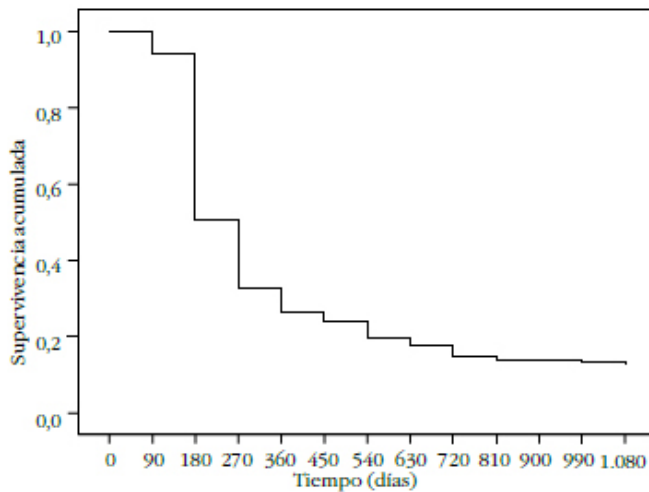


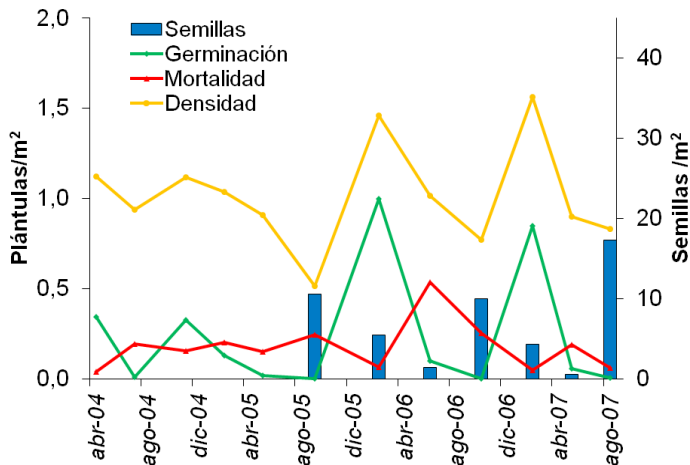
Figura 7.1; Respuesta de la tasa de germinación de *P. canariensis* al tiempo transcurrido tras un incendio forestal. Las curvas se obtuvieron aplicando un modelo aditivo generalizado (GAM en sus siglas en inglés). Las líneas discontinuas indican un intervalo de confianza del 95%. (Méndez *et al.*, sin publicar)

Las plántulas recién germinadas sufren la mayor tasa de mortalidad de todo el ciclo vital de la especie, especialmente intensa en los primeros meses de existencia (figura 7.2), aunque la estación de germinación también influye en sus posibilidades de supervivencia. La mayor germinación se produce durante el invierno, aunque en el resto del año también existe germinación en menor magnitud, mientras que durante los meses secos de verano se produce la mayor mortalidad (figura 7.3). Las plántulas que consiguen superar esta primera etapa pueden sobrevivir más de cinco años en estado de plántula, retrasando su crecimiento sin promocionar a ontofases superiores (Climent *et al.*, 2007). Durante este periodo se invierte en desarrollar el sistema radicular que permitirá aprovechar más los recursos hídricos, lo que favorece la supervivencia durante periodos de elevado estrés hídrico. La habilidad de las plántulas de árboles de sobrevivir como juveniles bajo la oscuridad de la bóveda ha sido denominada por Silvertown (1982) como el síndrome Óscar, en referencia al joven

protagonista de la novela “El tambor de hojalata” de Günther Grass, que decidió no crecer. Estos Óscar, crecen sin embargo rápidamente si se produce la apertura de la bóveda (Hibbs y Fischer, 1979). Esta sucesión y coexistencia de cohortes de diferentes edades, adaptadas a diferentes condiciones ambientales, así como la constante presencia de semillas, asegura un banco de plántulas permanente con un aporte continuo de efectivos durante todo el año, que permite al pinar hacer frente a otras perturbaciones diferentes a los incendios (Figura 7.3).



**Figura 7.2.** Gráfica de la función de supervivencia de plántulas de *Pinus canariensis*. La línea continua representa la curva de Kaplan-Meier e indica la probabilidad de supervivencia en cada momento desde la germinación.



**Figura 7.3.** Representación simultánea de la evolución anual de los parámetros demográficos de la regeneración de *Pinus canariensis*.



El resultado de todos estos procesos supone la existencia en los pinares de *P. canariensis* de un banco de plántulas que se renueva constantemente (Figura 7.4), con una densidad que puede variar de 0,1-16 plántulas por metro cuadrado. Este banco de plántulas no depende directamente del tiempo transcurrido desde un incendio, sino de un conjunto de factores, algunos de los cuales sí parecen estar influidos por el tiempo transcurrido desde el incendio o por la intensidad del mismo (Otto *et al.*, 2010). El comportamiento de este banco de plántulas que no progresa a menos que se abra la bóveda explicaría por qué en pinares naturales no se detecta una pirámide de edades estructurada bajo el dosel, al menos en los pinares estudiados que se recogen en este capítulo, donde una bóveda de adultos maduros impediría la promoción de nuevos individuos. Se puede concluir que la regeneración sexual de *P. canariensis* no depende directamente de los incendios y que la incidencia del fuego no favorece las posibilidades de regeneración, a no ser que produzca la apertura de la bóveda por completo, algo muy poco habitual en este ecosistema. Otro factor a considerar en la dinámica de regeneración del pino canario es la depredación de plántulas por conejos (*Oryctolagus cuniculus*), una especie introducida, que puntualmente ha llegado a afectar al 13% de las plántulas de una población. Sin embargo, aunque en otras especies arbóreas se ha demostrado que la herbívora por conejos puede impedir el establecimiento de plántulas y el crecimiento de las poblaciones (Crawley y Long, 1995; Becerra y Bustamante, 2009) en nuestros estudios se ha comprobado que más del 75% de las plántulas depredadas, puede sobrevivir.



**Figura 7.4;** Banco de plántulas permanente de *P. canariensis*. (Morales, G.)

La reproducción sexual del pino canario parece estar adaptada más bien a fenómenos que impliquen la desaparición de los adultos, como vientos huracanados o la colonización de nuevos hábitats, como los creados por coladas volcánicas. Esta capacidad explicaría el potencial invasor descrito para esta especie, que puede actuar simultáneamente como especie pionera y especie madura. Sin embargo, en un escenario de cambio global, desconocemos si las adaptaciones a los incendios del pino canario le permitirían afrontar un posible aumento en la frecuencia de incendios forestales (Flannigan *et al.*, 2000; Gillet *et al.*, 2004).

### 3. La laurisilva

La laurisilva, nombre acuñado por el fitogeógrafo suizo Rübél a principios del siglo pasado (1930), es un bioma forestal subtropical siempreverde, que crece al amparo de las nieblas orográficas y que está dominado por especies laurifolias. En Canarias se distribuye casi exclusivamente a barlovento, bajo el influjo del mar de nubes debido a los vientos alisios, entre los 600 y 1.200 m de las islas centrales y occidentales, aunque muy probablemente Fuerteventura albergó un bosque de laurisilva hasta la llegada de los primeros pobladores, tal como lo atestigua la presencia en las cumbres más altas de Jandía de algunos elementos de esta formación. Se ubica en las zonas con condiciones climáticas más adecuadas para el desarrollo de la vegetación (inexistencia de estrés térmico e hídrico, con temperaturas medias anuales de alrededor de 15° C y precipitaciones verticales cercanas a 1.000 mm/año). Además cuenta con un aporte hídrico adicional, la precipitación horizontal, que comparte con el pinar y cuya dimensión total aún desconocemos.

Este bioma, mucho más ampliamente representado en el pasado, presenta en la actualidad una distribución claramente fragmentada a escala planetaria, subsistiendo en relictos más o menos extensos entre los 25 y 35° de latitud Norte y Sur. La laurisilva o monteverde, como históricamente hemos denominado los canarios a este bosque, es pues una comunidad forestal relictica, que tras una serie de avatares históricos y geológico-climáticos ocurridos durante los últimos millones de años (Ma) en el teatro de operaciones de la Europa Central y Meridional, ha logrado subsistir en los archipiélagos atlánticos de Azores, Madeira y Canarias hasta la actualidad. Sabemos hoy que este bosque ancestral, desde luego mucho más rico en especies arbóreas del que actualmente conocemos, se extendió en ambas orillas del Mar de Tetis hace al menos unos 20 Ma, como evidencian los diferentes restos fósiles, encontrados en Bohemia, Francia, Austria o Hungría, de las mismas especies arbóreas hoy presentes en las islas o de parientes muy cercanos.

Por una serie de vicisitudes geológico-climáticas complejas ligadas a eventos catastróficos la laurisilva europea fue paulatinamente desplazada de este entorno, hasta encontrar un refugio seguro que le ha permitido sobrevivir hasta nuestros días en los archipiélagos referidos. Hoy sabemos que la laurisilva está presente en los archipiélagos atlánticos desde hace al menos 2 Ma (fósiles de Sao Jorge, Madeira) y posiblemente desde hace bastante más. En estos archipiélagos, en los que también han tenido reflejo los grandes eventos del pasado europeo, este bosque tan peculiar ha podido subsistir de una forma relictual hasta nuestros días fundamentalmente por tres razones: a) el carácter atemperador del océano que nos rodea, que suaviza los episodios fríos y cálidos a los que se ha visto sometido el hemisferio boreal; b) la posibilidad que ha tenido la laurisilva de poner en práctica la denominada migración altitudinal, que ha permitido a este bosque desplazarse algunos centenares de metros hacia la cumbre en episodios cálidos o hacia la costa en episodios frescos, satisfaciendo sus requerimientos térmicos; y por último, c) la existencia de un mar de nubes estable a nuestra latitud, que ha permitido a la laurisilva contrarrestar la aridez propia de los estíos mediterráneos con la posibilidad de disponer de un recurso hídrico esencial en el verano.

Pese a que estos bosques han sido capaces de superar en los archipiélagos las mayores dificultades naturales, incluyendo la reiterada actividad volcánica, que ha forzado a sus especies integrantes a emprender procesos interminables de encontrar refugios y recolonizar desde ellos los nuevos terrenos disponibles, no fueron capaces, con pocas excepciones, de superar el impacto que supuso la llegada de los humanos a estos archipiélagos y el desarrollo de sus actividades. En Azores, la laurisilva ha desaparecido casi por completo; en Madeira se encuentra la masa bien conservada más extensa, si bien sólo en las zonas más inaccesibles de su vertiente septentrional, y, en Canarias, solo en las cumbres de La Gomera, los barrancos de Los Tiles y El Cubo de La Galga en La Palma y en los macizos de Anaga y Teno en Tenerife, se conserva esta dignamente.

La laurisilva posee una importante riqueza en especies arbóreas, llegándose a contabilizar hasta una veintena de especies diferentes solo en pocas hectáreas del macizo de Anaga (Tenerife), lo que supone sin duda un número elevado para bosques de nuestra latitud, con la consideración adicional de que se tratan casi en su totalidad de especies paleoendémicas.

Numerosas características de este ecosistema lo asemejan más a un bosque tropical que a un bosque propio de nuestra latitud, como son la producción, maduración, senescencia y pérdida de hojas a lo largo de todo el año, sin que existan ritmos estacionales; la naturaleza recalcitrante de las semillas de sus árboles, típica de las

especies tropicales, que con muy pocas excepciones (*Erica*, *Euphorbia*) no pueden formar bancos de semillas, ni preservarse en bancos de germoplasma, pues una vez sobre el suelo o germinan o mueren en un relativo corto plazo de tiempo, lo que da lugar a que la mayoría de las especies presenten bancos de plántulas o de chupones; la polinización mayoritariamente entomófila (por insectos), excepto *Erica*, frente a las más frecuente anemofilia (por el viento) de las especies arbóreas de las zonas templadas; la caulifloria o propiedad por la que las flores y frutos surgen en los tallos y no en inflorescencias en los ápices de las ramas, de algunas de sus especies constituyentes (*Pleiomereis*, *Heberdenia*) o finalmente, la disponibilidad permanente de recursos alimenticios para las aves frugívoras, pues las especies más importantes (*Laurus*, *Ilex*, *Morella*, *Picconia*, *Persea*) fructifican durante todo el año sin fenología aparente, carácter propio de las especies tropicales, no sujetas a la estacionalidad del clima (Figura 7.5).

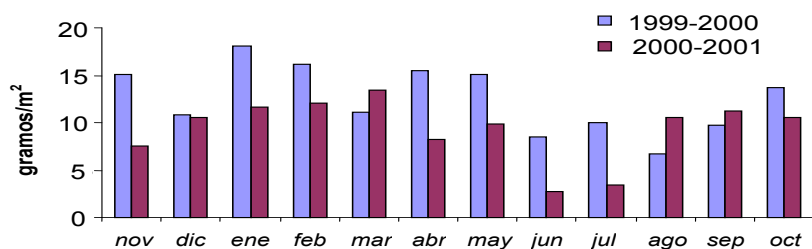


Figura 7.5; Distribución anual de la lluvia de frutos en la laurisilva.

### 3.1. Regeneración de los bosques de laurisilva

La importante variedad de especies arbóreas que se pueden encontrar en pocas decenas de metros cuadrados en los bosques próximos a la madurez que aún subsisten, sugiere que ha tenido que desarrollarse a lo largo del tiempo una gran diversificación de nichos de regeneración, que ha permitido la coexistencia de especies cuyos adultos parecen mostrar requerimientos sensiblemente similares en términos ambientales, desarrollando una evidente convergencia evolutiva para la idónea satisfacción de los mismos que se puede traducir, por ejemplo, en similares portes, tallas, morfología foliar o ritmos de fructificación. A este respecto, y tomando como base el seguimiento que desde hace una década el GEBI realiza en la laurisilva de

Anaga, estamos en condiciones de reconocer la existencia de, al menos, cinco estrategias de regeneración diferentes entre sus especies arbóreas (Tabla 7.1) (Fernández-Palacios *et al.*, 2004).

**Tabla 7.1:** Adscripción a las diferentes estrategias de regeneración reconocidas de las especies arbóreas de la laurisilva.

BANCO DE SEMILLAS	BANCO DE PLÁNTULAS	BANCO DE CHUPONES	ESTRATEGIA DE REGENERACIÓN	ESPECIES ADSCRITAS
+	-	-	Pionera	Erica arborea Erica platycodon ¿Euphorbia mellifera?
+	-	+	Pionera persistente	Morella faya
-	+	-	Madura itinerante	Viburnum rigidum Picconia excelsa Heberdenia excelsa Rhamnus glandulosa
-	-	+	Madura persistente	Prunas lusitanica Ilex canariensis Ilex perado ¿Arbutus canariensis? ¿Pleiomeris canariensis?
-	+	+	Madura facultativa	Laurus novocanariensis Apollonias barbujana Ocotea foetens Persea indica ¿Visnea mocanera?
¿?	¿?	¿?	Desconocida	Morella rivas-martinezii Sambucus palmensis
-	-	-	Inviable	
+	+	+	Inviable	

Estas estrategias son:

- 1) Estrategia pionera:** Encontrada fundamentalmente en el brezo (*Erica arborea*) (Foto 3a) y el tejo (*E. platycodon*), especies que presentan un importante banco de semillas. Son las únicas especies arbóreas del bosque con dispersión eólica, debido al escaso tamaño y peso de sus frutos, por lo que están en condiciones de llegar a cualquier lugar del mismo. La germinación de sus semillas solo es posible en condiciones propias de ambientes al margen de la bóveda, en donde la luz pueda llegar al suelo, y este carezca de mantillo. Estas especies solo pueden sobrevivir debido a los grandes claros que se forman y su papel es fundamentalmente el de recomponer la bóveda allí donde esta

desapareció. Una vez cerrada la bóveda, la germinación se ve impedida por la sombra que proyectan sus propios adultos y por el mantillo que se acumula, y una vez que alcanzan su esperanza de vida comienzan a caer, inclinándose cada vez de una forma más evidente, hacia el suelo. Nunca rebrotan de cepa a no ser que hayan sido talados. Un caso puntual de esta estrategia pionera podría ser la adelfa de monte (*Euphorbia mellifera*), pero con la diferencia de que el banco de semillas existe solo a escala local. Algunas evidencias como su polinización y dispersión por el viento, nos hacen pensar que estas especies podrían ser incorporaciones recientes a esta comunidad.

- 2) **Estrategia pionera persistente:** La muestra la faya o haya (*Morella faya*), el único fijador de nitrógeno de la comunidad. Esta especie dioica, posee frutos que son simultáneamente dispersados por las aves (como el mirlo) o por la gravedad. Como brezos y tejos, la faya es capaz de sostener bancos de semillas, pero estos tienen un carácter local, ligados a sus progenitores, que requieren de la llegada de luz y ausencia de mantillo para germinar. Sin embargo, la faya puede subsistir en una bóveda cerrada por su capacidad de producir chupones que sustituyen al tronco inicial, dando lugar a una estructura característica de “jaula” en donde los chupones de diferentes generaciones rodean al tronco inicial ya muerto o al hueco vacío que este ocupó si ya hubiera sido descompuesto (Figura 7.5b).
- 3) **Estrategia madura itinerante:** Propia del palo blanco (*Picconia excelsa*), aderno (*Heberdenia excelsa*), sanguino (*Rhamnus glandulosa*) y follao (*Viburnum rigidum*), que poseen frutos carnosos dispersados por la gravedad y en menor medida, por las aves. En vez de banco de semillas, inviable por su carácter recalcitrante, poseen un banco de plántulas (plantas juveniles), que rodean al progenitor cuando han sido dispersadas por la gravedad o que dan lugar a árboles aislados cuando han sido dispersadas por las aves. Las plántulas de estas especies pueden crecer bajo una bóveda cerrada, incorporándose con el paso del tiempo a la misma, aunque su supervivencia parece aumentar a medida que se alejan del árbol parental (Arteaga *et al.*, 2006). No producen chupones.
- 4) **Estrategia madura persistente:** Comportamiento mostrado por la hija (*Prunus lusitanica*), el acebiño (*Ilex canariensis*) y el naranjero salvaje (*I. perado*). Ambos *Ilex* son especies dioicas que producen frutos carnosos en gran

abundancia a lo largo de todo el año y que son dispersados por la gravedad y por aves. Por su parte, la hija es un árbol típicamente vecero, es decir, que fructifica sin ritmo temporal aparente, cuando se dan las condiciones adecuadas para ello, cada número indefinido de años. Estas especies producen un banco de chupones que sustituyen al árbol parental cuando este muere, especialmente en el caso de la hija, que es además el *gap-maker* (formador de claros por la apertura de la bóveda del bosque, al caer uno o varios pies por el viento) más frecuente del bosque (Arévalo y Fernández-Palacios, 1998). Las plántulas de estas especies, aunque existiendo, son muy escasas, lo que llama la atención especialmente en el caso de ambos *Ilex* (Figura 7.5c), que son los que mayor producción de frutos muestran a lo largo del año. Estas especies invierten más energía en permanecer en un hábitat estable, favorable, que en encontrar nuevos lugares en los que prosperar. El madroño (*Arbutus canariensis*) y el delfino (*Pleiomeris canariensis*), que también presentan un gran poder de regeneración por chupones, podrían pertenecer a este grupo, aunque faltan evidencias rigurosas al respecto.

- 5) **Estrategia madura facultativa:** Es la estrategia que muestran las cuatro especies de lauráceas – barbusano (*Apollonias barbujana*), loro o laurel (*Laurus novocanariensis*), til (*Ocotea foetens*) y viñátigo (*Persea indica*) – que se encuentran en el bosque y, probablemente, la del mocán (*Visnea mocanera*). Todos poseen frutos carnosos, dispersados por la gravedad y las aves. El laurel, especie dioica (2,5 machos por hembra, que cambian de sexo tras la fructificación), es la más común del bosque, dándole el nombre a la familia y a la comunidad. Estas especies son capaces de producir simultáneamente un banco de plántulas (Figura 7.5d) y otro de chupones, de manera que optan por las ventajas de ambas estrategias: pueden persistir *in situ* vegetativamente durante siglos –las estructuras en forma de jaula son muy habituales entre los individuos viejos de lauráceas–, sin renunciar al hallazgo de lugares favorables en los que progresar. Sin embargo, a diferencia de las plántulas de las especies maduras itinerantes, estas dejan de crecer una vez que agotan las reservas seminales, adquiriendo la talla de 10-15 cm, de manera que han de esperar a la apertura de la bóveda para progresar y llegar eventualmente a participar en ella. Esta latencia que experimentan las plántulas de estas especies puede durar años hasta que finalmente rompen a crecer, se marchitan o son consumidas por babosas.





**Figura 7.5;** Especies típicas de la laurisilva: a) *Erica arborea*, b) estructura en forma de jaula de chupones de *Morella faya*, c) banco de chupones de *Ilex canariensis* que han sustituido al adulto original, (Schönfelder, P.); d) banco de plántulas de *Laurus novocanariensis* (González-Delgado, G.).

Finalmente, existen algunas especies arbóreas más, como el saúco (*Sambucus palmerensis*) o la faya romana (*Morella rivas-martinezii*) para las que aún no tenemos claro, por su rareza, la estrategia de regeneración que desarrollan.

Las comunidades de plántulas de la laurisilva, muy llamativas, pueden estar compuestas por una especie dominante (habitualmente el laurel) o por varias especies codominantes. En la actualidad estamos analizando las tasas de supervivencia de los individuos que conforman las diferentes comunidades de plántulas, supervivencia que va a depender de muchos factores, como la densidad de plántulas (que condiciona la competencia entre las mismas, sean conspecíficas o no), la estación de germinación (que condiciona el vigor con el que se llega a la estación seca), la competencia de los adultos, la predación por babosas y, sobre todo, la oportunidad de una apertura de la bóveda. En todo caso, sí que estamos en condiciones de adelantar que los valores de supervivencia son mínimos, muy cercanos a cero.

#### **4. Los bosques termófilos**

Los bosques termófilos, literalmente bosques amantes del calor, son el aspecto mediterráneo de Canarias. Constituyen un ecosistema joven, aún en periodo de formación, estrechamente vinculado con la aparición del clima mediterráneo, caracterizado por inviernos frescos o fríos y húmedos frente a veranos cálidos y secos, que ocurrió al comienzo del Cuaternario, hace unos 2,5 millones de años. Constituyen con diferencia el ecosistema zonal peor conservado del archipiélago y, por ello, el menos conocido de los que integran la naturaleza canaria. Pese a ello, sí sabemos que poseen una altísima diversidad de especies, estando muchas de ellas amenazadas.

Los bosques termófilos canarios, término acuñado por Arnoldo Santos (1980), están integrados por una serie de comunidades, dominadas fisonómicamente por una o varias especies arbustivas o arbóreas, que forman una bóveda habitualmente abierta, la cual permite la existencia bajo ella de un sotobosque muy rico en especies. Estos se instalan sobre suelos poco profundos aunque bien estructurados, que soportan un clima mediterráneo caracterizado por una precipitación media entre unos 250 y 450 mm, y una temperatura media anual situada en torno a los 15 y 19° C. El área de distribución potencial del bosque termófilo en Canarias se ubica en las medianías bajas, estando embutido entre el matorral costero y el monteverde, aproximadamente entre 0-200 y 500 m en las vertientes a barlovento, y entre el ma-

torral costero y el pinar, aproximadamente entre los 300-500 y 700-900 m, en las vertientes a sotavento.

Las comunidades maduras de bosque termófilo se denominan en función de la especie dominante, cuya identidad dependerá en gran medida de las condiciones ambientales e históricas del lugar. Así, es posible distinguir entre sabinares, dominados por la sabina (*Juniperus turbinata* ssp. *canariensis*); acebuchales, caracterizados por el acebuche (*Olea cerasiformis*); almacigares, caracterizados por el almácigo (*Pistacia atlantica*); lentiscales, dominados por el lentisco (*Pistacia lentiscus*); palmerales, dominados por la palmera canaria (*Phoenix canariensis*), y retamares, dominados por la retama blanca (*Retama rhodorhizoides*). Una mención especial merecen los dragonales, comunidades que habrían estado caracterizadas por los dragos (*Dracaena draco* ssp. *draco* y *D. tamaranae*) que, aunque hoy están desaparecidas, tal vez pudieron existir en el pasado (Fernández-Palacios *et al.*, 2009). Muestra de la importancia ecológica y paisajística de estos hábitats es que, pese a su lamentable estado de conservación, han sido considerados por parte de la Unión Europea como hábitats de interés comunitario y, en el caso de sabinares y palmeras, de interés prioritario.

Dentro de las pocas certidumbres que tenemos de los bosques termófilos, una es que a pesar del carácter escaso, fragmentado y degradado de las manifestaciones que han llegado a la actualidad, éstas presentan una diversidad en especies muy importante (Fernández-Palacios *et al.*, 2011).

#### **4.1. Regeneración del bosque termófilo. El caso del sabinar de Afur (Anaga, Tenerife)**

Gran parte del área potencial del bosque termófilo de las islas occidentales y centrales estuvo constituido por sabinares, y en la actualidad, estos constituyen los restos de bosques termófilos mejor conservados, por lo que centraremos nuestros comentarios en la regeneración en esta comunidad. Hoy en día existen restos bien conservados de estas formaciones en El Hierro y La Gomera (Fernández-Galván, 1983; von Gaisberg, 2005), y aparecen de forma aislada en La Palma (Mazo, Las Breñas, proximidades de Fuencaliente y barranco de San Juan) y Tenerife (Afur, punta de Anaga, Tigaiga, El Guincho, valle de Güímar, Arico y Chío), mientras que en Gran Canaria hay sabinas dispersas en las cabeceras de los barrancos meridionales (González Artiles, 2007). En las islas orientales no quedan sabinas en la actualidad, aunque se considera probable que las hubo en un pasado no muy lejano, debido a la existen-

cia en estas islas de especies acompañantes de este tipo de bosque. En general, la mayoría de estos restos de sabinar se encuentran en un estado muy degradado, lo que se refleja en una presencia muy reducida de *Juniperus* (a veces unos cuantos pies sueltos), al igual que otros árboles termófilos como *Olea*, *Maytenus* o *Pistacia*.

Algunos de estos sabinares sobre suelos menos degradados y con recursos hídricos suficientes muestran una regeneración importante (Otto *et al.*, 2006). En cualquier caso, la regeneración de la sabina es muy lenta, ya que el estrés hídrico dificulta la germinación de los frutos y el establecimiento de las plántulas y porque en general la especie muestra un crecimiento muy lento. Debido, sobre todo a su escasa representación, poco se conocía de la dinámica de regeneración del sabinar. En la isla de Tenerife, a lo largo de los años 2006 y 2007 nuestro grupo de investigación realizó un estudio de la regeneración natural del sabinar de Afur en el Parque Rural de Anaga, (Foto 4), como parte de un proyecto LIFE financiado por la Unión Europea, el Cabildo Insular de Tenerife y la Universidad de La Laguna (LIFE04/NAT/ES/000064). El objetivo de dicho estudio era profundizar en el conocimiento de las claves de la regeneración natural en un sabinar bien conservado, para su aplicación en la restauración de un bosque termófilo en el macizo de Teno. En este estudio se analizó principalmente la tasa de supervivencia de las plántulas establecidas de forma natural, así como los factores abióticos y bióticos que podrían influir en la supervivencia de las mismas.



**Figura 7.6.** Vista del sabinar de Afur, Tenerife. (Otto, R)



La reducida superficie relativa que ocupa el sabinar de Afur (64 hectáreas), y en consecuencia el limitado tamaño muestral del estudio no permitieron obtener relaciones significativas, aunque parece que la presencia de abundante cobertura del mantillo bajo la copa de los individuos adultos podría explicar la mayor vitalidad y supervivencia de plántulas bajo la copa (80%). La mayoría de las plántulas de *J. turbinata* crecen en la zona de influencia de un adulto, lo que significa que la cobertura de la bóveda alrededor de una plántula es bastante elevada (45,5% dentro de un radio de 3 m alrededor de la plántula). El efecto del mantillo en la supervivencia es explicable por la retención de humedad y el aislamiento de las temperaturas altas en verano y por el aumento en el aporte de materia orgánica y nutrientes. Otro factor abiótico condicionante de la supervivencia es la profundidad del suelo, que en el sabinar de Afur se caracteriza por ser muy baja, lo que indica que se trata de una zona de suelos poco desarrollados. De hecho la supervivencia de plántulas de sabina es más alta en sitios donde hay suelos más profundos, menos rocas y más mantillo.

Tras realizar un seguimiento de 50 plántulas durante dos años, se estimó la tasa de supervivencia de las plántulas de regeneración natural como media-alta (un 62% después del primer verano y un 40% después del segundo). Las plántulas medidas no mostraron señales de depredación y el tamaño o edad de las mismas no parece influir en su supervivencia. Es decir, aquellas plántulas que son muy pequeñas (de menos de 10 cm de altura y con menos de 5 ramas) no presentan una tasa de supervivencia reducida. La mayoría de las plántulas se refugian bajo la bóveda de los adultos, aprovechándose así de las condiciones más suaves propiciadas por el microclima creado por estos. Un 80% de las plántulas crecen bajo o en el borde de la copa de un adulto y solo un 10% lo hace fuera, de manera que el efecto de planta madre o nodriza que ejerce la propia sabina podría explicar la alta supervivencia observada. La función de planta nodriza no es exclusiva de la sabina, se le ha atribuido a especies arbustivas como la mosquera o lengua de pájaro (*Globularia salicina*), una de las especies más abundantes en el bosque termófilo de Tenerife, así como al brezo (*Erica arborea*), que podrían beneficiar a las plántulas de *Juniperus*, bien creando un microclima favorable o aumentando la cantidad de mantillo y nutrientes (Otto *et al.*, 2006).

La regeneración de las poblaciones de sabina en Afur parece ser funcional, de hecho, la densidad de plántulas (<30 cm de altura) resultó ser seis veces mayor en la población con exposición norte (1.085 plántulas/ha) que en la población con exposición sur (173 plántulas/ha), estos valores pueden mejorar en función de las condiciones ambientales ya que por ejemplo en La Gomera se han encontrado más de 1.000 plántulas/ha (Schaffner y Meuwly, 2005). Los individuos juveniles de la

población con exposición norte son más grandes (altura media 11,3 cm vs. 9,2 cm) y más vitales (porcentaje de hojas verdes 28,5% vs. 16,1%) que los juveniles de la población expuesta al sur.

Las diferencias entre poblaciones con exposición norte y sur, muy probablemente se deban a las diferencias en el agua disponible, que es claramente el factor limitante para el crecimiento de las plántulas. El estrés hídrico es menos acentuado en la población con exposición norte comparado con la población expuesta al sur lo que conlleva una producción más elevada de frutos y plántulas. La mayoría de las plántulas independientemente de la exposición en la que crezcan sacan provecho del efecto planta nodriza que ejercen los adultos de sabina y probablemente otros arbustos de la zona. Las principales beneficios que ofrece crecer bajo una planta nodriza son la sombra y la protección de los adultos contra los vientos que disminuyen la evapotranspiración, una mejora de las condiciones edáficas con niveles más altos de materia orgánica y nutrientes por efecto de la acumulación de mantillo, las bóvedas más cerradas evitan la erosión superficial causada ocasionalmente por lluvias fuertes y por último la elevada densidad de frutos en el suelo que propicia más oportunidades para la germinación. Con respecto a los problemas de germinación de las semillas de sabina habría que tener en cuenta en qué medida afecta el paso de los frutos por el tracto digestivo de los animales dispersores de esta especie. Los cuervos comunes (*Corvus corax*), mirlos (*Turdus merula*), ratas (*Rattus rattus*) y lagartos (*Gallotia* sp.) pueden tener un papel importante en la dispersión de semillas de sabina (Otto *et al.*, 2006). Sin embargo, los resultados del sabinar de Afur muestran que son pocas las plántulas que crecen más allá de un árbol (10-19%). Además del efecto planta madre, desconocemos en qué medida la falta de dispersores podría estar influyendo en esta distribución, donde las semillas no son propagadas por animales, sino que caen directamente desde el árbol. La influencia de los animales en la distribución de frutos de *J. turbinata* y en su capacidad posterior de germinación debería ser objeto de futuras investigaciones.

## 5. Conclusiones

Los bosques canarios muestran una variedad importante de estrategias en su regeneración. Así encontramos especies donde predomina la reproducción asexual (hija, naranjero salvaje), combinaciones de reproducción asexual y sexual (faya, laurel), formación de bancos de plántulas (laurel y pino), o bancos de semillas permanente (brezo, tejo). Estas estrategias marcan el carácter pionero o maduro de las especies, y explican por qué algunos ecosistemas se recuperan más rápidamente

tras el abandono de su explotación, como el monteverde o el pinar, cuya reproducción por semillas, que pueden ser dispersadas por el viento, les permite recolonizar en pocos años terrenos abandonados. Para estas especies, las políticas de manejo deberían estar encaminadas a conservar un territorio potencial donde establecerse, sin ser necesario actualmente realizar grandes acciones de repoblación (especialmente para el pino canario). Sin embargo, en otras comunidades, como los bosques de sabinas, la dependencia de dispersores es muy importante, lo que unido a lo fragmentado y escaso de su territorio, hace que su expansión se vea muy limitada, y su supervivencia a largo plazo no esté asegurada.

La germinación y el establecimiento de nuevos individuos resultan de vital importancia para el mantenimiento de cualquier ecosistema. Sin embargo, en este trabajo se pone de manifiesto también el enorme vacío de conocimientos que existe sobre la ecología y dinámica de los sabinares y de bosques termófilos en general, de los que se desconocen los mecanismos y factores que afectan a su regeneración. Esto es debido en parte a la escasa representación que tienen estos ecosistemas en el territorio. Por tanto, parece necesario llevar a cabo políticas de protección de los restos de bosques termófilos que existen en el territorio, eliminando cualquier amenaza o explotación de los mismos. Al igual que en el pasado se apostó por la recuperación de la corona forestal de pinar en Tenerife o el perímetro de repoblación obligatoria en Gran Canaria, actualmente sería necesario realizar acciones de repoblación y aumento de la superficie ocupada por estos ecosistemas, así como profundizar en el conocimiento de los mismos, pues existe muy poca información de la ecología y dinámica de las especies que los conforman.

### **Bibliografía consultada y referencias**

- ALÍA, R.; GARCÍA, J.M.; IGLESIAS, S.; MANCHA, J. A.; DE MIGUEL, J.; NICOLÁS, J. L.; PÉREZ, F. y SÁNCHEZ, D. (2009). *Regiones de procedencia de especies forestales en España*. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid. 363 pp.
- ARÉVALO, J.R. y FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M. (2008). Natural Regeneration of *Pinus canariensis* Chr. Sm. Ex DC in Buch in Forest Plantations After Thinning. *The Open Forest Science Journal*, 1: 54-60.
- ARÉVALO, J.R. y FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M. (2003). Spatial patterns of trees and juveniles in a laurel forest of Tenerife, Canary Islands. *Plant Ecology*, 165: 1-10.
- ARÉVALO, J.R. y FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M. (1998). *Tree-fall gap characteristics and regeneration in the laurel forest of Tenerife*. *Journal of Vegetation Science*, 9: 297-306.
- ARÉVALO, J.R. y FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M. (2000). Seed bank analysis of tree species in two stands of the Tenerife laurel forest (Canary Islands). *Forest Ecology and Management*, 130: 177-185.
- ARÉVALO, J.R.; FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M.; JIMÉNEZ, M.J. y GIL, P. (2001). The effect of fire intensity on the understory composition of two *Pinus canariensis* reforested stands in Tenerife (Canary Islands). *Forest Ecology and Management*, 148: 21-29.

- ARÉVALO, J.R.; FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M. y PALMER, M.W. (1999). *Tree regeneration and future dynamics of the laurel forest of Tenerife, Canary Islands*. Journal of Vegetation Science, 10: 861-868.
- ARTEAGA, M.A.; GONZÁLEZ, G.; DELGADO, J.D.; ARÉVALO, J.R. y FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M. (2006). *Offspring spatial patterns in Picconia excelsa (Oleaceae) in the Canarian laurel forest*. Flora 201: 642-651.
- BECERRA, P.I. y BUSTAMANTE, R.O. (2009). The effect of herbivory on seedling survival of the invasive exotic species Pinus radiata and Eucalyptus globulus in a Mediterranean ecosystem of Central Chile. Forest Ecology and Management, 256: 1573-1578.
- BRAMWELL, D. (1976). *The endemic flora of the Canary Islands*. In: Kunkel G, editor. Biogeography and Ecology in the Canary Islands. Junk: The Hague; 207-240.
- CLARK, J.S.; BECKAGE, B.; CAMILL, P.; CLEVELAND, B.; HILLE RIS LAMBERS, J.; LIGHTER, J.; MCLACHLAN, J.; MOHAN, J. y WYCKOFF, P. (1999). *Interpreting recruitment limitation in forests*. American Journal of Botany, 86: 1-16.
- CLIMENT, J.; LÓPEZ, R.; GONZÁLEZ, S. y GIL, L. (2007). *El pino canario (Pinus canariensis), una especie singular*. Ecosistemas, 16: 80-89.
- CLIMENT, J.; TAPIAS, R.; PARDOS, J. y GIL, L. (2004). *Fire adaptations in the Canary Islands pine (Pinus canariensis)*. Plant Ecology, 171: 185-196.
- CRAWLEY, M.J. y LONG, C.R. (1995). Alternate Bearing, Predator Satiation and Seedling Recruitment in Quercus robur L. Journal of Ecology, 83: 683-696.
- CRIADO, C. (1982). *Nota geográfica sobre los sabinars de Anaga*. En: Trujillo Rodríguez, A.; Alemán, A.; Alemán de Armas, A.; Segura Clavell, J.; de Béthencourt Massieu, A. (eds): *Homenaje a Alfonso Trujillo*. Aula de la Cultura de Tenerife. Santa Cruz de Tenerife, 453-496.
- DURÁN, J.; RODRÍGUEZ, A.; FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M. y GALLARDO, A. (2008). *Changes in soil N and P availability in a Pinus canariensis fire chronosequence*. Forest Ecology and Management, 256: 384-387.
- ESCUADERO, A.; PÉREZ-GARCÍA F. y LUZURIAGA, A.L. (2002). Effects of light, temperature and population variability on the germination of seven Spanish pines. Seed Science Research, 12: 261-271.
- FARJON, A. (1984). *Pines: drawings and descriptions of the genus*. Brill & Backhuys, Leiden. 220 pp.
- FERNÁNDEZ-GALVÁN, M. (1983). *Esquema de la vegetación potencial de la isla de La Gomera*. Proc. II Congr. Int. Peo Flora Macaronésica, Funchal, 269-293.
- FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M. y ARÉVALO, J.R. (1998). Regeneration strategies of tree species in the laurel forest of Tenerife (The Canary Islands). Plant Ecology, 137: 21-29.
- FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M.; ARÉVALO, J.R.; GONZÁLEZ-DELGADO, G.; DELGADO, J.D. y OTTO, R. (2004). *Estrategias de regeneración en la laurisilva*. Makaronesia (Bol. Asoc. Am. Mus. Cienc. Nat. Tfe.) 6: 90-101.
- FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M.; OTTO, R.; DELGADO, J.D.; ARÉVALO, J.R.; NARANJO, A.; GONZÁLEZ-ARTELES, F.; MORICI, C. y BARONE, R. (2009). *Los Bosques Termófilos de Canarias*. Proyecto LIFE/NAT/ES000064. Cabildo Insular de Tenerife, Santa Cruz de Tenerife. 199 pp.
- FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M.; OTTO, R.; DELGADO, J.D.; ARÉVALO, J.R.; NARANJO, A.; GONZÁLEZ-ARTELES, F.; MORICI, C. y BARONE, R. (2011). *Los bosques termófilos el aspecto mediterráneo de Canarias*. El Indiferente, 21: 26-41.
- FLANNIGAN, M.D.; STOCKS, B.J. y WOTTON, B.M. (2000). *Climate change and forests fires*. Science of The Total Environment, 262: 221-229.
- FRANKIS, M. (1999). *Pinus brutia* (Pinaceae). *Curtis' Botanical Magazine*, 16, 173-184.
- GAISBERG, M. V. (2005). *Die Vegetation der Fussstufe von El Hierro (Kanarische Inseln)*. Dissertationes Botanicae 395:1-364.
- GANZ, D.J.; DAHLSTEN, D.L. y SHEA, P.J. (2003). The post-burning response of bark beetles to prescribed burning treatments. USDA Forest Service Proceedings RMRSP, 29: 143-158.



- GARCÍA-DOMÍNGUEZ, C. (2011). Impacto del fuego en los procesos ecológicos relacionados con el mantenimiento de la diversidad en pinares repoblados de *Pinus canariensis*. Tesis doctoral, Universidad de La Laguna, La Laguna.
- GARCÍA-TALavera, F.; SÁNCHEZ-PINTO, L. y SOCORRO, S. (1995). *Vegetales fósiles en el complejo traquítico-sienítico de Gran Canaria*. Revista de la Academia Canaria de Ciencias, VII (2, 3 y 4): 77-91.
- GÉNOVA, M.; SANTANA, C. y MARTÍN, E. (1999). Longevidad y anillos de crecimiento en el Pino de la Virgen (El Paso, La Palma). *Vegueta*, 4: 27-32.
- GERNANDT, D. S.; LOPEZ, G. G.; GARCIA, S. O. y LISTON, A. (2005). *Phylogeny and classification of Pinus*. *Taxon*, 54, 29-42.
- GILLET, N.P.; WEAVER, A.J.; ZWIERS, F.W. y FLANNIGAN, M.D. (2004). *Detecting the effect of climate change on Canadian forest fires*. *Geophysical Research Letters*, 31: L18211, doi:10.1029/2004GL020876.
- GONZÁLEZ ARTILES, F. (2007). *El bosque termófilo en Gran Canaria*. Tesis doctoral, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Inédita.
- HARCOMBE, P.A. (1987). Tree life tables: simple birth, growth and death data encapsulate life histories and ecological roles. *BioScience*, 37: 557-568.
- HARPER, J.L. (1977). *Population Biology of Plants*. Academic Press, Londres, 892 pp.
- HIBBS, D.E. y FISCHER, B.C. (1979). *Sexual and vegetative reproduction of striped maple (Acer pennsylvanicum L.)*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 106: 222-227.
- HÖLLERMANN, P. (2000). The impact of fire in Canarian ecosystems 1983-1998. *Erdkunde*, 54: 70-75.
- KASAPLIGIL, B. (1976). *A late-Tertiary conifer-hardwood forest from the vicinity of Güvem village, near Kizilkahamam, Ankara*. [http://www.mta.gov.tr/english/dergi/dergi\\_pdf/88/5.pdf](http://www.mta.gov.tr/english/dergi/dergi_pdf/88/5.pdf).
- KEELEY J.E. y ZEDLER P.H. (1998). *Evolution of life histories in Pinus*. En: D.M. Richardson (ed.): *Ecology and Biogeography of Pinus*. Cambridge University Press, Cambridge, 219-251.
- KLAUS, W. (1988). *Mediterranean pines and their history*. *Plant Systematics and Evolution*, 162: 133-163.
- LI, Q. y MA, K. (2003). Factors affecting establishment of *Quercus liaotungensis* under mature mixed oak forest overstory and in shrubland. *Forest Ecology and Management*, 176: 133-146.
- LISTON, A.; ROBINSON, W. A.; PIÑERO, D. y ALVAREZ-BUYLLA, E. R. (1999). *Phylogenetics of Pinus (Pinaceae) based on nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacer sequences*. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 11, 95-109.
- LUIS, M.; FERNÁNDEZ-PELLO, L. y QUITANTES, F. (2005). *El papel de las transiciones laterales en el escalonamiento vegetal: el ejemplo del sabinar de Afur (Tenerife, Islas Canarias)*. En: Delgado Viñas, C.; Frochoso Sánchez, M.; González Pellejero, R.; González Urruela, E.; de Meer Lecha-Marzo, A.; de la Puente Fernández, L. y Reques Velasco, P. (eds). *Espacios públicos, espacios privados. Un debate sobre el territorio*, 276-279.
- MÉNDEZ, J. (2010). Análisis del impacto del fuego en la regeneración sexual del pino canario a lo largo de una cronosecuencia de incendios en la isla de La Palma (Canarias). Tesis doctoral, Universidad de La Laguna, La Laguna.
- MILLAR, C.I. (1993). *Impact of the Eocene on the evolution of Pinus L.* *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 80: 471-498.
- MORLA, C.; ALCALDE, C.; BARRÓN, E. y POSTIGO, J.M. (2002). Paleobiogeografía de *Pinus canariensis*: estróbilos y semillas fósiles del Plioceno ibérico (cuenca del Bajo Segura, Alicante, España). II Congreso Español de Biogeografía, La Gomera.
- OSHAWA, M.; WILDPRET, W. y DEL ARCO, M. (Eds.) (1999). A comparative study on evergreen broad-level forest and tress in the Canary Islands and Japan. Chiba University. Japón. 315 pp.
- OTTO, R.; KRÜSI, B.; SCHAFFNER, S.; MEUWLY, P.; DELGADO, J.D.; ARÉVALO, J. y FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M. (2006). Ecología, estructura y dinámica de las poblaciones de la Sabina canaria (*Juniperus turbinata* ssp. *canariensis*) en Tenerife y La Gomera. *Actas del III Coloquio*

- Internacional sobre los sabinos y enebros (Género *Juniperus*): Ecología y Gestión Forestal Sostenible. Soria. Tomo I 151-159.
- OTTO, R.; GARCÍA-DEL-REY, E.; GIL MUÑOZ, P. y FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M. (2010). *The effect of fire severity on first-year seedling establishment in a Pinus canariensis forest on Tenerife, Canary Islands*. European Journal of Forest Research, 129:499-508.
- PARDOS, M.; RUIZ DEL CASTILLO, J.; CAÑELLAS, I. y MONTERO, G. (2005). *Ecophysiology of natural regeneration of forest stands in Spain*. Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales, 14: 434-445.
- RÜBEL, E.F. (1930). *Pflanzengesellschaften der Erde*. Verlag Hans Huber, Zürich. 464 pp.
- SANTOS, A. (1980). *Contribución al conocimiento de la flora y vegetación de la isla de El Hierro*. Fundación Juan March, Serie Universitaria, 114: 1-51. Madrid.
- SANTOS, A. (1990). *Bosques de Laurisilva en la región macaronésica*. Colección Naturaleza y Medio Ambiente nº 49. Publicaciones del Consejo de Europa, Estrasburgo. 79 pp.
- SCHAFFNER S. y MEUWLY, P. (2005): Struktur und Dynamik von kanarischen Wacholderbeständen (*Juniperus turbinata* ssp. *canariensis* Guy.) auf Teneriffa und La Gomera. Diplomarbeit, ETH Zürich.
- SHIBATA, M. y NAKASHIZUKA, T. (1995). Seed and seedling demography of four cooccurring *Carpinus* species in a temperate deciduous forest. *Ecology*, 76: 1099-1108.
- SILVERTOWN, J. (1981). *Introduction to plant population ecology*. Chapman & Hall. Londres. 250 pp.
- SILVERTOWN, J.W. (1982). *Introduction to Plant Population Ecology*. Longman, Londres, 209 pp.
- SILVERTOWN, J.W. y LOVETT DOUST, J. (1993). *Introduction to Plant Population Biology*. Blackwell Science, Oxford, 210 pp.
- SZIEMER, P. (2000). *Maderias's Natural History in a Nutshell*. Francisco Riberiro & Filhos Lda. Funchal. 288 pp.
- WANG, X.; TSUMURA, Y.; YOSHIMARU, H.; NAGASAKA, K., y SZMIDT, A.E. (1999). Phylogenetic relationships of eurasian pines (*Pinus*, Pinaceae) based on chloroplast RBCL, MATK, RPL20-RPS18 spacer, and TRNV intron sequences. *American Journal of Botany*, 86: 1742-1753.



# **Selvicultura aplicada. Transformación de rodales de olmo (*Ulmus minor*), álamo blanco (*Populus alba*) y castaño (*Castanea sativa*) a monteverde en Gran Canaria**

Carlos Velázquez Padrón  
Juan Guzmán Ojeda  
Jorge Naranjo Borges

## **1. Introducción**

Gran Canaria es sin duda la isla canaria con mayor distribución de especies forestales introducidas en relación a la superficie de vegetación forestal original. Si bien el pinar canario está bastante bien representado en los pinares naturales y gracias a las repoblaciones de los últimos 60 años, el monteverde y las formaciones termófilas (salvo los palmerales) tienen un marcado carácter residual. Entre los años veinte y cuarenta del pasado siglo, la isla alcanzó seguramente el nivel más bajo de cobertura arbórea. La necesidad de autarquía alimenticia y de recursos naturales, impuesta en parte por las malas comunicaciones de entonces y por las contiendas de la época (1ª Guerra Mundial y Guerra Civil española) generaron una sobreexplotación del territorio, que conllevó a la casi desaparición del monteverde y de las formaciones de acebuche, sabina y almácigo. El pinar canario, aunque mantuvo una cierta superficie en los montes de Tamadaba, Inagua-Ojeda-Pajonales y Pílancones, quedó muy tocado por la sobreexplotación. A partir de los años cuarenta del siglo XX, la decidida política de repoblación forestal impuesta por la Administración Forestal de entonces, unido al drástico abandono de la agricultura y la ganadería generó una importante recuperación de todas las formaciones forestales presentes en el isla, tanto de especies autóctonas, como introducidas. El pinar canario se benefició tanto de la repoblación artificial, como de la recuperación de los pinares naturales

(incremento de cobertura y existencias, expansión superficial fuera de sus límites). El monteverde no experimentó igual recuperación, al mantenerse en las medianías del norte una actividad agrícola de subsistencia, que siguió haciendo uso de esta formación forestal. El eucalipto, representado principalmente por dos especies, el blanco y el rojo, experimentó un importante avance en ladera y fondos de barrancos a partir de las plantaciones lineales a borde de carretera. El eucalipto blanco (*Eucalyptus globulus*) se vio a su vez beneficiado por su explotación a monte bajo en laderas y lomos de la comarca norte.

En la comarca norte son las especies agroforestales como el castaño (*Castanea sativa*), el olmo (*Ulmus minor*), conocido localmente como álamo negro, y el álamo blanco (*Populus alba*) las que gozan de la predilección de la población campesina por sus cualidades forrajeras (Tabla 8.1) y, en el caso del castaño, por ser además productora de fruto comestible. Si bien en los decenios pasados la especie caducifolia más extendida por la población ha sido el castaño, llegando a formar rodales de cierta importancia a nivel local (San Isidro, Osorio, Camaretas, etc.), las estrategias naturales de dispersión de olmo y álamo blanco, están logrando que estas especies sean cada vez más visibles en el paisaje de medianías, generando un incremento de superficie digno de seguimiento, y por ende de gestión. En el presente capítulo se analiza la dispersión de estas tres frondosas, la relación con el monteverde y se proponen selvícolas orientadas a la transformación de masas.

**Tabla 8.1:** Digestibilidad y proteína bruta de especies forrajeras (Bonvissuto y Cohen, 2009).

ESPECIE	DIGESTIBILIDAD (%)	PROTEINA BRUTA (%)
OLMO	73,4	18,3
ALAMO BLANCO	68,9	11,4
HENO DE ALFALFA	55	13,6

En cuanto a la superposición con los pisos zonales propios del archipiélago las tres especies comparten los dominios potenciales del monteverde y del pinar húmedo, siendo quizás el olmo quien se circunscribe más a la laurisilva. Por otro lado olmo y álamo blanco también presentan cierto comportamiento de vegetación azonal ligada a los cauces de barranco (Figura 8.1).



**Figura 8.1;** Alameda y olmeda en fondo de vaguada en el Pico de Osorio procedentes de brotes de raíz.

## 2. Estrategias de dispersión

La estrategia reproductora de olmo y álamo blanco es doble: por un lado por la marcada anemocoria de sus semillas aladas en el caso del olmo y plumosas en el caso del álamo blanco, y por otro por un potente brote de raíz (genetas). Si bien el porcentaje de germinación de semillas es bastante bajo, este hecho se compensa en parte con la alta producción de éstas, que además por su ligereza suelen ser transportadas por el viento a grandes distancias. No se tiene información de la capacidad de regeneración natural de ambas especies en la isla, pero la presencia, sobre todo de olmo, en laderas escarpadas y riscos hace suponer, que esos pies no son producto de la mano del hombre, sino de la dispersión natural. Si bien en el pasado la Administración forestal potenció la plantación de olmo por motivos ganaderos y como compensación a los pastores por el predominio del pino en las repoblaciones de las medianías altas de la isla (Cabrera com. Pers.), no es de suponer que hayan llevado la plantación hasta zonas tan recónditas como en las que está presente esta especie.

Por otro lado, estas especies han desarrollado una alta capacidad de reproducción asexual (Sierra *et al.*, 2008), que ponen en funcionamiento tras las periódicas crecidas de los ríos en sus lugares de origen, y que afectarían a las partes aéreas, trans-

portando ramas y troncos río abajo, estableciéndose éstos a borde de aguas más tranquilas. En el caso de Gran Canaria y partiendo de un nivel de aridez mayor, sin la presencia de cursos de aguas permanentes, las estrategias más importantes que se observan son el brote de raíz principalmente y la regeneración por semilla, aunque esta última con menor intensidad (Figura 8.2).

La capacidad de brotes de raíz ha sido profusamente estudiada en los montes bajos de frondosas caducifolias centroeuropeas. Hamm (1896) ya ordenaba las principales frondosas según su capacidad de generación de brotes de raíz, estableciendo el siguiente gradiente de mayor a menor capacidad:

- Fuerte generación de brotes de raíz, incluso con tronco sano y raíces sin heridas (algunas especies de álamos y chopos, serbal de cazadores y robinia).
- Generación de brotes de raíz en ejemplares con troncos y raíces dañadas (álamo blanco, álamo negro, olmo, aliso gris, castaño, castaño de Indias, tilos, abedules, mostajo).
- Poca generación de brotes de raíz incluso tras corta o daños (sauces arbóreos, aliso común, robles, haya, carpe, fresno, arces).



**Figura 8.2;** Brotes de raíz de álamo blanco entre cañas.



Cabe indicar que según las observaciones hechas en las olmedas de la isla, al menos el olmo se comporta como una especie del primer grupo. La generación de brotes de raíz es a menudo espectacular, así por ejemplo a partir de olmos inicialmente alineados (bordes de cultivo, fondos de barranco, etc.) se alcanzan franjas arboladas de hasta 40 m de ancho.

Si bien se observa también en el álamo blanco una dispersión de la especie a través de brotes de raíz, ésta capacidad de dispersión es menor que en el olmo.

En cuanto al castaño, se observa una cierta inercia en su dispersión, motivado principalmente por el peso y volumen de su fruto, que no permite el transporte por aves, con lo que su regeneración queda sujeta a la dispersión barócora y a la repoblación por el hombre. Si bien los viveros forestales insulares distribuyen una media de 5.000 ejemplares al año (principalmente a particulares y ayuntamientos), es de esperar que en un futuro no muy lejano la superficie de esta especie se vea superada por la de olmo y álamo blanco.

### **3. Olmedas, alamedas y castaños, ¿un problema o una oportunidad?**

Ante esta explosión de olmedas y alamedas, no es aventurado pensar, que en un futuro no muy lejano puedan cubrir amplias zonas del antiguo dominio del monteverde grancanario. Sin embargo, el monteverde residual está reaccionando al encontrar en el interior de los castaños ya establecidos y las olmedas y alamedas una condiciones de sombra - media sombra, muy favorables a las necesidades de las especies más nobles de la laurisilva. El hecho de que se traten de especies de hoja caduca significa que durante el invierno, cuando se dispone de mayor agua en el suelo, las especies del monteverde pueden crecer sin competencia por la luz, mientras que durante la época más seca las especies subsisten bajo la sombra de álamos, olmos o castaños.

Con el fin de conocer la dinámica selvícola de olmedas y alamedas se debe obtener información sobre el avance de las dos especies por vía vegetativa. En la finca de Osorio para ello se monitoriza la evolución de los rodales de olmo y álamo blanco, en relación a su progresión como colonizadoras por un lado, y como generadoras de condiciones para el asentamiento de especies exigentes de la laurisilva.

En el caso del castaño y tal y como ha podido comprobarse en islas como La Palma, la regeneración natural de la laurisilva bajo cubierta resulta más complicada. En este

sentido puede que el grueso espesor de la capa de hojarasca juegue como un factor limitante para la germinación.

La transformación del castañar precisa en principio de un nivel de intensidad selvícola mayor que en olmedas y alamedas, teniendo en cuenta que la eliminación de un solo pie de castaño da lugar a un claro (GAP) mucho mayor que para olmo o el álamo blanco.

En cuanto a las experiencias de transformación ejecutadas en el castañar de Osorio ha de tenerse en cuenta que se parte de un castañar muy envejecido con la capacidad de rebrote de cepa bastante agotada. Esta circunstancia ha jugado a favor de la vegetación que se quiere fomentar, disminuyendo el grado de competencia interespecífica.

#### 4. Distribución y colonización de nuevos espacios

Según el Inventario y caracterización de las masas de olmo (*Ulmus minor* Mill.) en las islas de Tenerife y Gran Canaria, (Gobierno de Canarias, 2005), el olmo ocupa en Gran Canaria alrededor de 31,55 hectáreas. No obstante el citado inventario no ha tenido en cuenta algunos rodales de difícil acceso o en lugares recónditos, por lo que la superficie total podría rondar las 50 ha. Respecto al álamo blanco la superficie se estima en unas 30 ha. Si bien esta distribución no es todavía relevante, en comparación con otras formaciones forestales, su incremento no es lineal, sino casi geométrico, por sus estrategias de colonización, como se verá más adelante.

En cuanto al castaño, la superficie en Gran Canaria supera las 400 hectáreas y el 3% del total de la superficie arbolada insular según el Plan Territorial Especial Agropecuario PTE-9 elaborado por el Cabildo de Gran Canaria (Tabla 8.2).

**Tabla 8.2:** Superficie insular con presencia de castaño (Cabildo de Gran Canaria, 2010).

	CASTAÑAR	DEHESA DE CASTAÑOS	MONTEVERDE MIXTO CON ALÓCTONAS*
Superficie arbolada en hectáreas	373	57	158

\*El monteverde mixto procede de regeneración natural e incluye además de castaños, cualquier masa alóctona bajo la cual se ha regenerado monteverde.



Si bien no existen todavía datos exactos sobre la velocidad de propagación por brotes de raíz, se estima que el olmo es capaz de avanzar entre 0,5 y 1 m al año. Las olmedas adquieren una forma de “Campana de Gauss” a partir de los ejemplares primigenios, aumentando el diámetro del bosque generado año tras año. Parece observarse, que en situaciones de ladera ambas especies tienden a dispersarse a favor de la pendiente y en cauces en el sentido de la corriente, al igual que ocurre con otras especies de rizoma como la caña (Sanz *et al.*, 2004). Paradójicamente ambas especies muestran una alta capacidad de colonización de otras formaciones invasoras expansivas, como cañaverales y zarzales. Parece ser que al utilizar estrategias de colonización similares, las raíces de olmos y álamos consiguen adentrarse en estas formaciones compartiendo el suelo y generando brotes de raíz en medio de zarzas y cañas. Ambas especies arbóreas terminan sobrepasando en altura a las anteriores, generando un dosel de copas, que se va cerrando y termina por desplazarlas.

## 5. Regeneración de laurisilva bajo cubierta

Una vez conquistado el estrato edáfico y el arbustivo, se han generado bajo el dosel de copas unas condiciones favorables a las especies tolerantes de laurisilva. Se viene observando en olmedas una interesante regeneración natural de especies de laurisilva, acelerada supuestamente por el transporte de semillas por aves. En una olmeda en Osorio se ha podido contabilizar una densidad de brinzales de laurel de entre 7.000 y 10.000 ejemplares por hectárea, pudiendo encontrarse el laurel adulto más cercano a 50 m o más de distancia. Este proceso de colonización solo es atribuible a la acción de las aves. En rodales cerca de repoblaciones multispecíficas de monteverde, se han observado pies de regeneración natural de paloblanco, laurel y faya. Este proceso natural se está reforzando con la plantación bajo cubierta de olmos de especies como barbusanos, viñátigos, tiles y madroños, que están manifestando una buena adaptación (pág siguiente, Figura 8.3).

Para evaluar la regeneración natural bajo castaño se llevó a cabo un muestreo sistemático formando una red de 36 puntos en la finca de Osorio (Braun *et al.*, 1993). La superficie de muestreo alberga un bosque de castaño de 23 hectáreas. Éste se encuentra en un estado de avanzado deterioro, al estar los pies principales (de semilla) envejecidos, mostrando un incipiente brote de cepa. La superficie fue pastoreada en el pasado, por lo que la regeneración natural ha hecho aparición en tiempos recientes. La cobertura de copa es de un 50%, no siendo regular en toda la superficie. Las zonas abiertas muestran signos de erosión, falta de horizonte  $A_h$  en

el suelo, así como compactaciones por el paso de vehículos y la disminución de la actividad biológica.

Se observó que la especie más abundante en el estrato de regeneración es el laurel, con una representación del 73% sobre el regenerado total (Tabla 8.3). Le sigue el castaño con un 15,6% y el brezo con cerca de un 8%. Existe además un 3% de regeneración natural de otras especies.



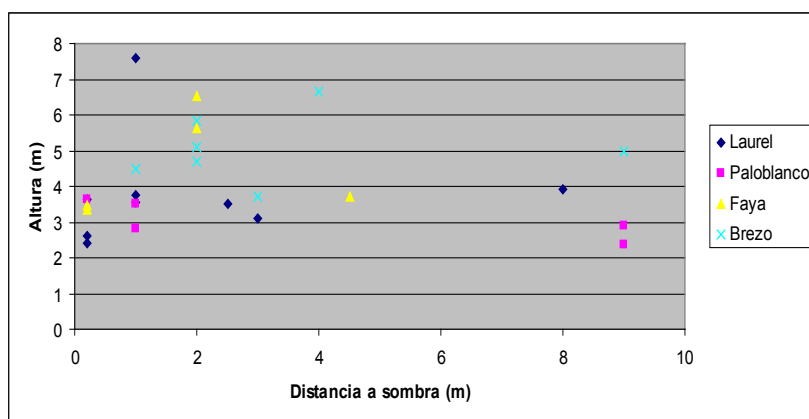
**Figura 8.3;** Olmeda clareada con repoblación de monteverde bajo cubierta. Los pies de olmos proceden de brote de raíz.

**Tabla 8.3;** Número medio de plántulas por punto de muestreo según especie y altura (Braun *et al.*, 1993).

ESPECIE	ALTURA DEL REGENERADO (CM)				MEDIA TOTAL / HA
	< 50	50 - 100	100 - 150	150 - 200	
Laurel	16,1	3,6	1,7	1,4	4483
Brezo	1,6	0,3	0,4	0,2	483
Castaño	3,8	0,4	0,3	0,3	955
Total*	22,4	4,5	2,4	1,9	6109

\* En el total se tienen en cuenta otras especies como el alcornoque, roble, olmo, escobón y codeso.

También en el castañar de Osorio se han establecido parcelas experimentales de monteverde repoblado para hacer seguimiento de repoblaciones bajo condiciones de media sombra. Diversos autores han descrito la importancia de los claros en la regeneración de las especies de monteverde (Velázquez *et al.*, 1987; Fernández-Palacios *et al.*, 1996 y González, 2008). Las plantaciones con distintas especies se llevaron a cabo entre 1988 y 1995 en zonas de castañar abierto con escasa regeneración natural. Dependiendo de la distancia existente entre los pies plantados y los pies de los viejos castaños se observan diferentes crecimientos en altura del repoblado (Figura 8.4). Especies de media sombra como laurel y palo blanco tienden a mayores crecimientos en altura a medida que se acercan a la sombra proyectada de los castaños. A pesar de observarse mayores crecimientos cerca de los castaños, la excesiva sombra también puede inducir a copas torcidas o aparasoladas en los árboles plantados. En el caso de la faya al tratarse de una especie de luz, la plantación bajo sombra directa provoca la falta de floración y fructificación, así como una falta de incremento en biomasa. El brezo, otra especie de luz, demostró buenos crecimientos en grandes claros, donde las especies de media sombra comienzan a tener menos crecimientos en altura.



**Figura 8.4:** Altura de pies repoblados y distancia de los mismos al pie del castaño más próximo. Fuente: Elaboración propia.

Todo indica por tanto, que los castañares, olmedas y alamedas están jugando un importante papel ecológico, al competir y desplazar formaciones arbustivas de complicada gestión y creando condiciones óptimas para la regeneración de una laurisilva con especies nobles.

La estrategia propuesta consiste en permitir e incluso reforzar la colonización de frondosas alóctonas trabajando con medidas silvícolas desde el interior de los rodales, a medida que en los bordes se va ganando superficie libre de matorral.

## 6. Gestión selvícola

Respecto a la gestión de olmedas y alamedas y a modo orientativo se puede dar el protocolo de actuación sobre “Cuidados culturales de los principales Tipos de Bosque Final: Frondosas de ribera” de la Dirección Forestal Federal de Baden-Württemberg (1988). Estas indicaciones son válidas para masas de aliso, arce, fresno, olmo, tilo, abedul, robinia, cerezo y roble americano y han sido adaptadas ligeramente a las condiciones de las olmedas grancanarias (Tabla 8.4).

**Tabla 8.4:** Tipo de bosque final: Monteverde pluriespecífico con dominancia de especies tolerantes, procedente de olmedas (y alamedas) de brote de raíz.

ALTURA DOMINANTE (M)	TRATAMIENTO SILVÍCOLA
	Origen del Monteverde: regeneración natural, siembra o plantación
1,5	Eliminación de pies de olmo y álamo blanco mal formados, desmochados y enfermos, en la medida de lo posible trabajo por calles (anchura 1,6 m, cada metro)
5	Reducción del número de pies en el estrato dominante a una distancia media de 2m (2.000-2.500 pies/Ha). Plantación de especies tolerantes de laurisilva (especies de sombra/media sombra: barbusano, viñátigo, paloblanco, madroño, etc.)
10	Reducción del número de pies en el estrato dominante a una distancia media de 3m (1.100 pies/Ha). Intensidad de clareo en función del regenerado de laurisilva.
14	Eliminación progresiva de olmos a favor de las especies del monteverde, sin apertura de claros importantes.
18	Elección de 100-150 pies de porvenir por hectárea de especies de monteverde, una vez alcanzada la altura deseada de fuste limpio (Distancia entre pies 8-11 m).

Según el Plan Forestal de Canarias (1999) en aquellos casos en que convivan especies alóctonas de alto grado de aceptación con las especies de monteverde, se fomentará el mantenimiento de una estructura mixta que adapte la producción de frutos y madera de calidad de las especies alóctonas con la recuperación y/o mantenimiento del monteverde. Teniendo en cuenta el comportamiento del castaño con las masas de monteverde, puede proponerse su repoblación para establecer masas mixtas y productivas que fomenten el desarrollo socioeconómico (ver Tabla 8.5).

**Tabla 8.5;** Directrices de referencia para la obtención de masas mixtas de castaño y monteverde (Plan Forestal de Canarias, 1999)

EDAD (AÑOS)	MEDIDA	ACTUACIÓN
0	Plantación	Plantación de castaño en densidades máximas de 600-1000 pies/ha y laurisilva en las zonas más favorecidas (por bosquetes o microestaciones)
15	clareo	Eliminación de pies defectuosos, fomento de las especies de laurisilva
25-30	clara	Selección de 80 pies por hectárea y extracción de 1-2 codominantes. Poda de formación para estimular producción de frutos. Plantación de especies arbóreas del monteverde y fomento de la regeneración. Aprovechamiento de frutos y madera.
50-125	claras y aprovechamiento	Claras sucesivas para favorecer arboles de porvenir y pies de laurisilva. Aprovechamiento de madera y fruto. Control del regenerado. Extracción de pies de porvenir con adelanto al ahuecado, aprovechamiento de madera y consolidación del monteverde.

## 7. Conclusiones

La fuerte dispersión territorial de las tres especies en cuestión, al tratarse de especies introducidas, ha generado en un principio cierta preocupación entre profesionales de la planificación y de la gestión medioambiental. El control de especies alóctonas suele ser muy problemático, por no hablar de la erradicación.

Cuando el criterio es la transformación hacia ecosistemas potenciales, una mera observación de la dinámica y evolución natural de estas especies, basta para revelararnos el papel beneficioso que son capaces de ofrecernos. La especie pierde su

carácter conflictivo y pasa a ser un importante aliado forestal. En esta circunstancia es cuando el selvicultor debe aprovechar la estrategia colonizadora más agresiva de dichas especies para desarrollar su programa de acción, obteniendo además productos intermedios que pueden llegar a ser de gran calidad.

En el caso que nos ocupa, el motor de la dinámica es la lucha por la luz, imponiéndose al final las especies que mejor toleran la sombra y cuyos pies alcanzan mayor altura. Afortunadamente las especies de la laurisilva madura sobrepasan a castaños, olmos y álamos tanto en tolerancia a la luz, como en altura de copas. Por otro lado el control sobre todo de olmos y álamos solo sería posible con métodos químicos (arboricidas), con el consiguiente alto impacto ambiental y sobre todo un muy bajo nivel de eficacia, al estar ambas especies ya muy dispersas por las medianías insulares.

Por ello es aconsejable y relativamente fácil conducir el proceso hacia formaciones autóctonas, simplemente potenciando la sucesión natural y la dinámica silvícola. Como efectos secundarios positivos valga citar la creación de barreras verdes, sobre el eje de los cauces, unido a la eliminación de especies pirófitas como la caña y la zarza, así como la creación de paisajes muy sugerentes, sobre todo en otoño.

No obstante es importante reseñar, que la apertura del dosel de copas debe hacerse de forma paulatina, siempre en función de las especies de monteverde, ya que aperturas excesivas pueden revitalizar la zarza e incluso las cepas de los brotes cortados durante el clareo (Figura 8.5). En casos extremos este rebrote puede incluso ahogar a la incipiente regeneración natural de laurisilva, lo que obligaría a costosas medidas de liberación de los ejemplares a fomentar.

Tampoco conviene olvidar que las poblaciones de olmo en Península y Europa se encuentran muy mermadas tras varios años de efecto destructivo causado por el ataque de grafiosis. En este sentido las poblaciones de olmo de Gran Canaria, libres de la plaga, constituyen un reservorio genético de gran valor para la posible conservación de la especie.

La Administración invierte actualmente en la gestión de olmedas y alamedas. Nos encontramos todavía en una fase experimental, actuando en terreno público (fincas públicas y fondos de barranco). Dado que muchas formaciones de olmo y álamo están en ladera de titularidad privada, es aconsejable establecer acuerdos de gestión para poder iniciar procesos de conversión a laurisilva. La excelente calidad de la madera que genera el olmo adecuadamente gestionado (semejante al roble y fresno), así como su absoluta escasez en el mercado, al haber desaparecido de Europa los ejemplares con dimensiones maderables, podrían servir de incentivo a los particu-



lares. A su vez, el crecimiento de las especies nobles de laurisilva a la sombra de las diferentes alóctonas permite prever que se podrá producir laurisilva maderable de alta calidad, con lo que se podría iniciar una gestión sostenible con estas especies autóctonas, conocidas por sus maderas, y sobre todo en terrenos particulares, que actualmente están ocupados por matorrales y pastizales de sustitución.

Para concluir, cabe indicar, que así como no nos debe preocupar en demasía la progresión de olmo y álamos blancos, conviene observar la presencia de otras especies como el aligustre japonés (*Ligustrum japonicum*) por su gran tolerancia a la sombra y por no estar claro su comportamiento frente a las frondosas autóctonas. La especie debe ser controlada, pues empieza a ser frecuente en algunos relictos de laurisilva, llegando a ser confundida con laureles o palobrancos. No obstante sería muy importante comprobar el comportamiento de la regeneración de laurisilva a la sombra de esta especie invasora, para decidir su erradicación o reconversión. Otra especie que coloniza territorios agrícolas abandonados y bordes de carretera con gran profusión en Gran Canaria es el denominado localmente tamarín (*Albizia distachya*). Habría que estudiar en detalle su comportamiento, analizando asimismo posibles beneficios.



**Figura 8.5;** Clara en olmeda a través de la reducción del número de pies en el estrato dominante.

## Bibliografía consultada y referencias

- AGRESTA (2005). Inventario y caracterización de las masas de olmo (*Ulmus minor* Mill.) en las islas de Tenerife y Gran Canaria. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias. Inédito.
- BADEN-WÜRTTEMBERGISCHE LANDESFORSTVERWALTUNG (1988). *Leitfaden für die Jungbestandspflege der wichtigsten Betriebszieltypen*. Folleto-Guía de gestión. Inédito.
- BONVISSUTO, G. L. y COHEN, L. E. (2009). Uso potencial de algunos árboles como fuente de forraje. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA EEA Bariloche. Comunicación técnica 126, 1-5.
- BRAUN, M.; UNSELD, R. y VELÁZQUEZ PADRÓN, C. (1993). Estudio de la regeneración natural de laurisilva bajo castaño en la finca de Osorio. Inédito.
- CABILDO DE GRAN CANARIA (2010). *Plan Territorial Especial Agropecuario de Gran Canaria (PTE-9) Aprobación Provisional*. Consejería de Vivienda y Arquitectura, Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas. Volumen I, Tomo I. Las Palmas de Gran Canaria, 471 pp.
- FERNÁNDEZ-PALACIOS, J. M.; ARÉVALO, J. R. y MÚJICA, E. (1996). *Dinámica forestal de la laurisilva de Anaga. Efectos de la creación de claros en el mantenimiento de la biodiversidad*. Memoria Final Proyecto Life 95 6129 05. Grupo de ecosistemas insulares, Departamento de ecología, Universidad de La Laguna, 101 pp.
- GONZÁLEZ, J. M. (2008). *Selvicultura de la laurisilva canaria*. En: Compendio de Selvicultura Aplicada en España (Serrada R., Montero G., Reque J.A., coord.). INIA, Madrid. pp. 909-928.
- HAMM, J. (1896). *Der Ausschlagwald*. En: *Grundriss des Waldbaus: Ein Leitfaden für Studium und Praxis* (BURSCHEL, P. y HUSS, J., 1987) Hamburg und Berlin. 352 pp.
- SANZ ELORZA, M.; DANA SÁNCHEZ, E. D. y SOBRINO VESPERINAS (eds. 2004). *Atlas de las Plantas Alóctonas Invasoras en España*. Dirección General para la Biodiversidad. Madrid, 384 pp.
- SIERRA, R.; REQUE, J. y ORIA DE RUEDA, J. A. (2008). *Selvicultura de Populus tremula L., Populus nigra L., Populus alba L. y Populus x canescens (Aiton) Sm.* En: Compendio de Selvicultura Aplicada en España (Serrada R., Montero G., Reque J.A., coord.). INIA, Madrid. pp. 587-604.
- VARIOS AUTORES (1999). *El Plan Forestal de Canarias*. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente. Viceconsejería de Medio Ambiente. Gobierno de Canarias. 171 pp.
- VELÁZQUEZ PADRÓN, C.; NARANJO BORGES, J.; GONZÁLEZ MOLINA, J. M. y CASTRO REINO, S. (1987). *La laurisilva y su selvicultura: Estudio sobre conservación forestal*. Monografía 46. ICONA, Madrid. 110 pp.





# La defensa del monte canario

Javier Blanco Fernández  
Daniel García Marco

## 1. Introducción

La defensa del monte canario frente a incendios forestales debe ser un cometido compartido entre las administraciones y los propietarios particulares. Las administraciones públicas están obligadas a trazar líneas directrices en políticas de protección civil y de protección del medioambiente que deben seguir tanto las propias administraciones, organismos públicos, propietarios y particulares.

Los incendios forestales han pasado de ser una emergencia forestal con consecuencias más o menos dañinas para el entorno medioambiental, a ser una emergencia de protección civil en donde se nos plantea el reto de concienciar a la sociedad para hacerla copartícipe de su propia seguridad junto con la ayuda de las diferentes administraciones.

La situación socioeconómica de Canarias ha ido evolucionando, al igual que han evolucionado sus masas forestales y hoy en día, nos encontramos frente a ecosistemas fuertemente degradados en su gran superficie.

En 1953 el Decreto de Perímetro Obligatorio de Repoblación supuso un considerable aumento paulatino de la superficie vegetal arbórea, asimismo, a partir de la década de los 60, se hizo cada vez más patente el éxodo rural hacia las ciudades disminuyendo la presión que sobre explotaba los recursos forestales, haciendo más patente la recuperación y regeneración natural, favorecida por el Decreto antes

mencionado sobretodo, en las zonas de cumbre y medianías de las islas (Naranjo, 1995).

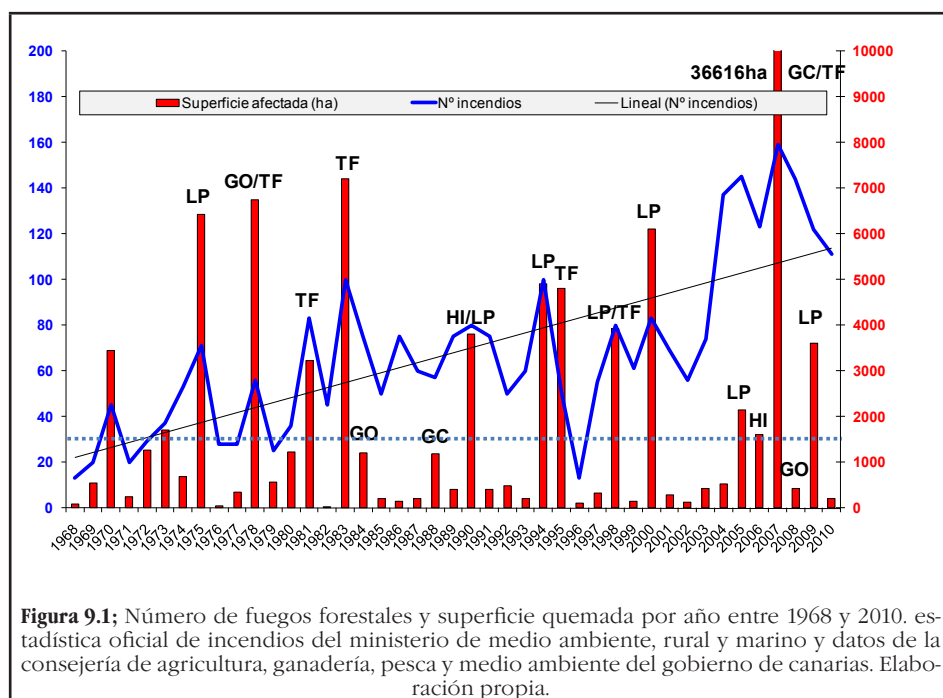
Todas estas zonas crecieron y se desarrollaron sin una planificación selvícola preventiva con perspectiva de futuro y si se le suma el hecho constatado del aumento en la eficacia de los servicios de extinción frente a la mayoría de incendios forestales que consiguen extinguir el 98% de los fuegos en fase de *conato* o pequeños fuegos y el 2% son Grandes Incendios Forestales *GIF* que queman el 97% de la superficie, estos son el problema real (Castellnou, 1999).

La situación forestal ha cambiado en los últimos años, no obstante, hemos de ser capaces de ver el antepenúltimo escalón del proceso, que no último. Hay que ser conscientes del cambio, hemos pasado de una sociedad que tenía una fuerte dependencia energética del entorno forestal, y en pequeños núcleos poblacionales aislados ha sido hasta hace muy poco tiempo, a un éxodo y abandono del medio rural, y en la actualidad, se quiere que la política forestal tienda a potenciar el entorno medioambiental como atractivo socio cultural y destacar la multifuncionalidad de las masas forestales canarias.

En la figura 9.1 en rojo se observa la superficie total afectada por fuego forestal en todo el archipiélago canario. En el caso que la superficie corresponda de forma singular a alguna isla en particular, se resalta en negro con un código (Tenerife TF, Gran Canaria GC, La Palma LP, La Gomera GO y el Hierro HI) la isla que ha sido afectada y cabe destacar que he considerado establecer la escala del eje de ordenadas (superficie afectada) entre los valores 0 y 10000 hectáreas pese a que en 2007 el total fueron más de 35000 ha ya que de haberlo hecho entre 0 y 38000 ha el resto de años hubieran quedado ninguneados y no se podría haber establecido una comparación visual.

En azul se observa el número de incendios en la región por año, sin hacer distinción de si se trata de conato o incendio. En negro se aprecia la línea de tendencia del número de incendios entre 1968 y 2010.

Pese a la existencia de algún año con un pico de número de incendios casual, la tendencia anterior al 2003 era ligeramente al alza (con una media de 55 incendios/año), a partir del 2003 el número de incendios sube de forma alarmante (media de 134 incendios/año) hasta el 2007 donde se invierte la tendencia probablemente debido a la mayor labor de concienciación y a la alarma poblacional generada durante los GIF de Tenerife y Gran Canaria, no obstante, la cifra de incidencias sigue siendo muy elevada.



Si se excluye la superficie quemada durante el 2007, tenemos una media entre 1968 y 2010 de 1710 ha/año (línea discontinua figura 9.1), observando que en el último lustro ha habido 4 años que han sobrepasado de forma holgada la media, son cifras realmente preocupantes, además cabe destacar que, como bien comentaba Castellnou (1999) *“somos muy eficientes apagando los pequeños fuegos, pero el que se nos escapa bien porque llegamos tarde o porque ya se inicia en condiciones muy adversas, éste nos quema grandes superficies, pese a que cada año se aumenta el presupuesto destinado a las labores de extinción”*.

## 2. El fuego – El incendio

### 2.1. Definiciones y tipos de fuego forestal

Es necesario iniciar el capítulo con una serie de definiciones de diferentes conceptos básicos y esenciales para poder entender cómo funcionan los incendios forestales y qué se debe realizar por salvaguardar la integridad de nuestros montes y

favorecer la notable potencialidad de los ecosistemas canarios en cuanto a biodiversidad.

De las diferentes acepciones que la Real Academia Española establece para el vocablo **fuego** destaca la primera, “*calor y luz producidos por la combustión*” ya que con cuatro palabras consigue resumir buena parte de lo que podríamos entender como “enunciación universitaria” que definiría fuego como el resultado de un proceso químico llamado combustión (oxidación) donde a un material combustible se le aplica calor en presencia de oxígeno (comburente O<sub>2</sub>) obteniendo entre otros gases, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), vapor de agua, una serie de residuos sólidos o cenizas y energía en forma calórica y lumínica (Molina *et al.*, 2009).

Según normativa vigente, la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, legislación básica en materia de montes, aprovechamientos forestales y medio ambiente, además de otros títulos, define **monte** como *todo terreno en el que vegetan especies forestales arbóreas, arbustivas, de matorral o herbáceas, sea espontáneamente o procedan de siembra o plantación, que cumplan o puedan cumplir funciones ambientales, protectoras, productoras, culturales, paisajísticas o recreativas, considerando también como tal, entre otros, los terrenos yermos, terrenos agrícolas abandonados que cumplan las condiciones y plazos que determine la comunidad autónoma, y siempre que hayan adquirido signos inequívocos de su estado forestal y todo terreno que, sin reunir las características descritas anteriormente, se adscriba a la finalidad de ser repoblado o transformado al uso forestal, de conformidad con la normativa aplicable* (art 5); asimismo también define **incendio forestal** como *aquel fuego que se extiende sin control sobre combustibles forestales situados en el monte* (art 6.k).

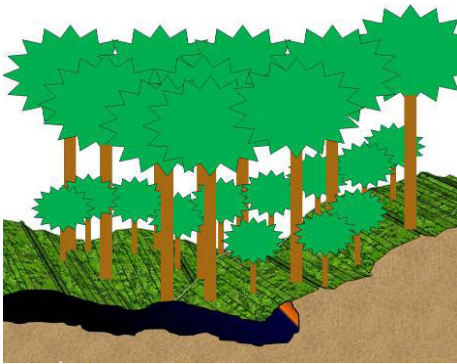
Ahora que ya conocemos un poco más el concepto de fuego, monte e incendio forestal, merece la pena empezar a diferenciar sobre los diferentes tipos de fuegos que nos podemos encontrar en nuestros montes, así a grandes rasgos, dentro del concepto de fuego forestal podemos diferenciar entre lo que es un incendio forestal, cuya definición dada por la Ley 43/2003 es muy acertada ya que nos permite distar del concepto de fuego prescrito en entorno forestal, o lo que en el argot llamamos **quemas prescritas**, cuyo fuego tiene un objetivo claramente definido, de forma planificada y controlada, sobre toda o parte de una superficie predefinida y con toda seguridad para los espacios limítrofes (Molina *et al.*, 2009).

Se ha de hacer hincapié en el sutil aunque importante matiz que diferencia un incendio de una quema y que es la **prescripción facultativa** del técnico competente en la materia canalizada a través del documento *Plan de Quema* que recoge las condiciones meteorológicas necesarias, estudiadas y determinadas a priori, para conse-

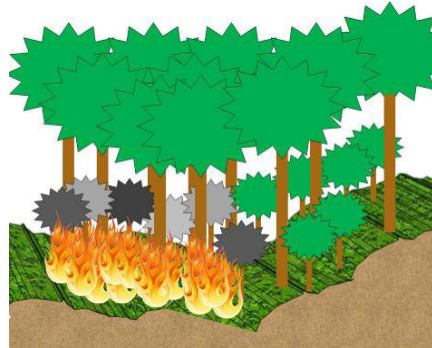
guir un determinado comportamiento de fuego, totalmente bajo control, que nos permite la consecución de los objetivos plasmados en el plan. Así, bajo este prisma, la quema prescrita no deja de ser otra herramienta más en manos del forestal y que éste puede usar como medio para gestionar de forma eficiente las masas arboladas y como veremos más adelante, es un instrumento que en los últimos años está adquiriendo una notable importancia en las islas más forestales del archipiélago canario.

## 2.2. Definición y tipos de incendios forestales

Los incendios forestales se pueden clasificar según afección del fuego o según el factor que rige su comportamiento. En función del combustible que esté quemando el fuego (afección), podemos diferenciar entre incendios de suelo, de superficie y de copas como se aprecia en las figuras 9.2, 9.3, 9.4 y 9.5 y según el factor que rige el comportamiento del incendio tendremos incendios regidos por viento, por topografía o por combustible.



**Figura 9.2;** Fuego de suelo. elaboración propia



**Figura 9.3;** Fuego de superficie. elaboración propia

**Incendios de suelo (figura 9.2):** aferrándose a la definición de la Real Academia Española, la acepción de suelo es *el conjunto de materias orgánicas e inorgánicas de la superficie terrestre, capaz de sostener vida vegetal* y esta enunciación permite clarificar y diferenciar suelo de subsuelo que etimológicamente sería aquello que está por debajo de la capa del suelo. Estos incendios propagan de forma incandes-

cente, sin llama, por la materia que pertenece a la capa orgánica (horizontes O y A). Son incendios de difícil detección ya que sólo se hacen patentes cuando salen a la superficie del suelo y en presencia de una cantidad suficiente de oxígeno, provocan llama. Hasta que este hecho no se produce, el calor sigue degradando la materia orgánica mediante proceso pirolítico en una muy baja concentración de oxígeno.

La extinción de incendios de suelo es una ardua tarea que en muchas ocasiones culmina con las primeras lluvias importantes o con la combustión de toda la materia orgánica disponible que en zonas de turberas, puede llegar a tener varios metros de espesor. Como ejemplo interesante cabe citar el incendio del Parque Nacional de las Tablas de Daimiel de 2009 (Ciudad Real-Castilla la Mancha) o del Parque Natural del Lago de Sanabria de 2005 (Zamora-Castilla León).

En Canarias, fuegos de suelo se podrían ocasionar en situaciones meteorológicas muy puntuales, en zonas de bosque de laurisilva o monteverde en donde la acumulación de materia orgánica en el suelo puede llegar a ser relativamente importante. En bosques de pinar canario, la escasa profundidad y compactación del manto de pinocha generaría en cualquier caso fuego de superficie siendo aún así importante hacer hincapié en que la realización de las líneas de defensa como tácticas de extinción, siempre debe ser hasta suelo mineral con la intención de romper la continuidad horizontal del combustible en forma de materia orgánica y así romper la cadena de pirolisis por calor.

**Incendios de superficie (figura 9.3):** son aquellos que discurren por encima del suelo quemando básicamente el pasto, matorral y arbustos que hay sobre la superficie, sin afectar al estrato aéreo del combustible arbolado.

En los montes canarios, en el estrato más próximo a la superficie terrestre tenemos especies que tienden a quemar con suma facilidad, generando intensidades de fuego medida en longitud de llama de tipo media y alta. Se aprecia un ejemplo de estructura en figura 9.4 donde aparecen especies como la retama amarilla (*Teline microphylla*), el brezo (*Erica arborea*) que hace honor a su nombre científico y consigue, a diferencia de la Península, portes arbóreos, los tomillos (*Micromeria lanata*, *Micromeria benthamii*, *Micromeria pineolens*), el escobón (*Chamaecytisus proliferus*), el codeso (*Adenocarpus foliolosus*) y las jaras (*Cistus monspeliensis*, *Cistus symphytifolius*). Estas especies conforman buena parte de los sotobosques insulares sobre todo del piso de vegetación del Pinar de Pino Canario.

Como medio de lucha contra los incendios de superficie, en los últimos años, se han realizado numerosas quemas prescritas en Gran Canaria como instrumento de

investigación para conocer la adaptación de las especies que componen el piso bioclimático correspondiente al pinar de pino canario, como herramienta de gestión de silvicultura preventiva en zonas en este caso de pinar de repoblación, sobre todo con la especie autóctona *Pinus canariensis* y como sistema de formación y práctica para las diferentes unidades operativas de las distintas islas e incluso de fuera del archipiélago.

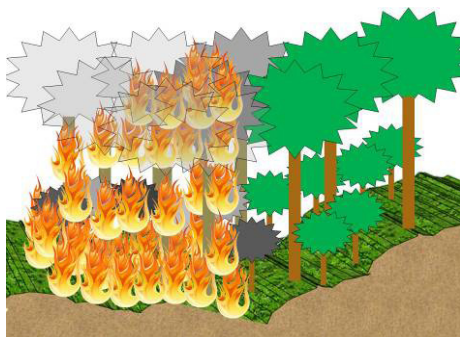


**Figura 9.4;** estructura de vegetación de pinar de pino canario. (García, 2006)

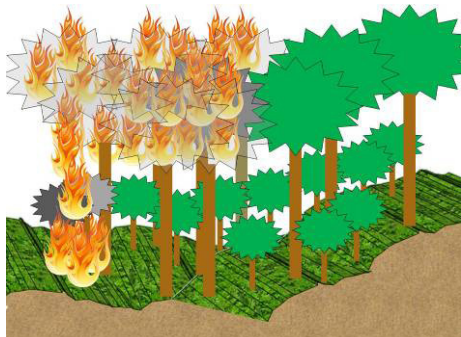
**Incendios de copas (figuras 9.5 y 9.6):** este tipo de incendio afecta en mayor o menor medida al estrato aéreo de los vegetales arbóreos, sobre todo en estructuras densas de especies de coníferas.

El grado de afección a las copas de los árboles dependerá de las condiciones meteorológicas, topográficas y de la densidad y disposición del combustible de la masa, en otras palabras, de la carga de combustible y de la existencia o ausencia de continuidad vertical y horizontal de material preparado para arder (figuras 9.7 y 9.8).

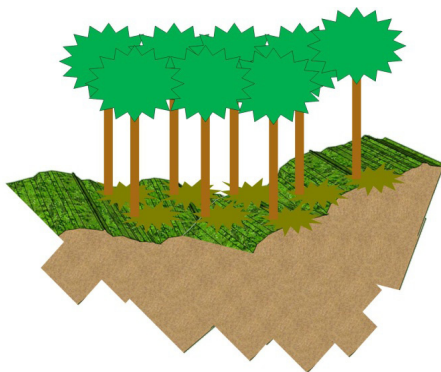




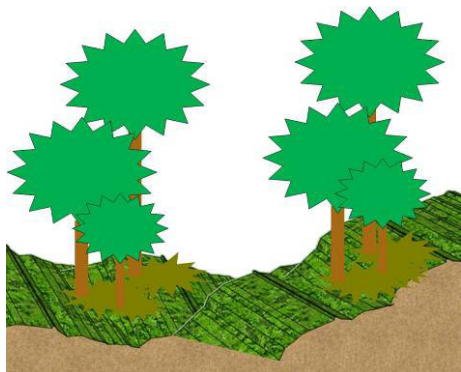
**Figura 9.5;** Fuego de copas pasivo. Elaboración propia



**Figura 9.6;** Fuego de copas activo. Elaboración propia



**Figura 9.7;** Continuidad horizontal (tangencia de copas). Elaboración propia



**Figura 9.8;** Continuidad vertical (escalera de combustible). Elaboración propia

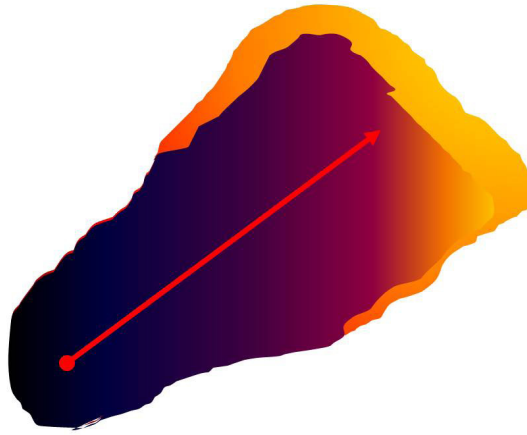
Podemos encontrar 3 tipos de incendios de copas clasificándolos en función de la afección a éstas. Si la afección es puntual y de forma individualizada a algún pie del rodal, lo llamamos antorcheo puntual. Si la afección es continua a todas las copas del rodal pero el incendio necesita del combustible de superficie para seguir quemando las copas, lo definimos como incendio pasivo de copas. Si el grado de afectación también es continuo a todas las copas y este fuego es independiente de la propagación del fuego de superficie, diremos que es un fuego activo de copas. Para que este último caso se dé, la masa debe tener tangencia entre copas, presencia de fuerte pendiente y viento fuerte, podría darse el caso en masas de pino y brezo



en el norte de las islas bajo un régimen meteorológico de Alisio y con condiciones de sequía importantes (mediados/finales de verano).

El recordar que el incendio forestal está regido básicamente por 3 factores, el viento, la topografía y el combustible vegetal sirven para introducir la segunda clasificación, en función de qué factor le rige.

El **incendio regido por viento** presenta unas características geométricas determinadas. Su velocidad de propagación es muy elevada, eso hace que tengan forma alargada, con mucha más longitud de flancos si se compara con la longitud del frente de cabeza (figura 9.9).



**Figura 9.9;** Geometría típica de un incendio regido por viento. Elaboración propia.

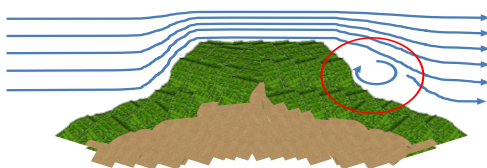
El viento dota un aporte extra de oxígeno al fuego, además de tumbar la llama y aproximarla mucho más al combustible, lo que consigue que éste se seque con más facilidad y ponga el combustible en condiciones de disponibilidad para arder con mayor rapidez.

Este tipo de incendio se detecta mediante la observación de la columna convectiva extrañamente tumbada y que se despegas poco o nada de la superficie.

El motor que genera más carreras que aumentan la superficie del incendio lo encontramos en los flancos, cada vez que se abre uno de estos, genera un foco que corre de cabeza poniendo en peligro a las posibles unidades que estén trabajando por delante, es por este motivo que la principal estrategia de ataque está enfocada

hacia el control de los flancos ya que la cabeza, por exceso de velocidad de propagación, se encontrará fuera de capacidad de extinción.

Hay que prever que el movimiento de la cabeza será siguiendo la dirección de la carena o divisoria hacia el punto más elevado de la zona que evidentemente quede en su dirección de propagación.



**Figura 9.10;** Contraviento generado en la ladera de sotavento. elaboración propia

Mención relevante tiene un subtipo dentro de los incendios regidos por viento y son los incendios de contraviento (figura 9.10) que aprovechan los rebufos y remolinos provocados justo a sotavento de la divisoria planteando auténticos quebraderos de cabeza a los directores de extinción y analistas por tal de atajarlos de la forma más eficiente y segura posible.

Dentro de la topografía, como veremos en el siguiente apartado sobre comportamiento, la pendiente, rugosidad y exposición al sol, son factores determinantes para evaluar su comportamiento. El **incendio regido por topografía** presenta como características que su columna convectiva está bien definida y verticalizada, es difícil conseguir diferenciar la cabeza de los flancos y quemarán de forma similar, sea cual sea la parte del incendio si se encuentran los mismos tipos y cargas de combustible.

Son incendios que tienden a quemar hoyas por completo, experimentando un cambio de comportamiento cuando cambia de exposición o vertiente debido a la diferente temperatura y cantidad de humedad que tiene el combustible. Es en estos casos, cuando cambia de ladera, cuando podemos encontrar oportunidades de ataque y donde centraremos la estrategia de extinción.

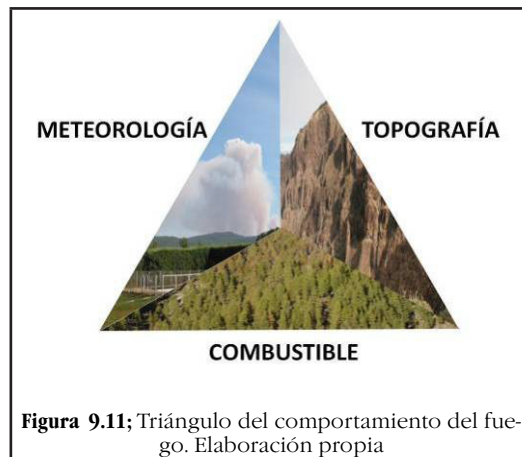
En este tipo de incendios regidos por la topografía, adquiere mucha importancia la presencia de vientos locales ya que interactuarán de forma considerable con la topografía favoreciendo o dificultando las labores de extinción.

El medio natural también determina la forma y cómo quema un fuego, así los factores más importantes a tener en cuenta para los **incendios regidos por el combustible** son la cantidad o carga de combustible, el grosor, su continuidad tanto vertical como horizontal, su densidad y compactación, así como la cantidad de resinas y sustancias esenciales capaces de inflamarse y su contenido en humedad.

La oportunidad de control de este tipo de incendios se encuentra en el cambio de combustible, bien por modificación en cuanto a su carga, bien porque cambie el modelo, bien porque se influya de forma notable en su cantidad de humedad, o se modifique su distribución tanto horizontal como vertical.

### 3. Factores que influyen en el comportamiento del fuego forestal

El comportamiento del fuego forestal viene determinado por lo que conocemos como *el triángulo del comportamiento*, formado lógicamente por tres lados, la meteorología, la topografía y el combustible vegetal (figura 9.11). De los tres términos, sobre el que podemos actuar activamente como técnicos es sobre el combustible forestal mediante la silvicultura preventiva, controlando el tipo y carga de combustible existente en nuestros montes. Sobre la meteorología no podemos influenciar pero sí predecir sus meteoros con una probabilidad de acierto elevada sobre todo entre las próximas 72 horas.



De entre los diferentes meteoros destaca la temperatura, la humedad relativa y el viento como los factores más influyentes en el comportamiento del fuego forestal.

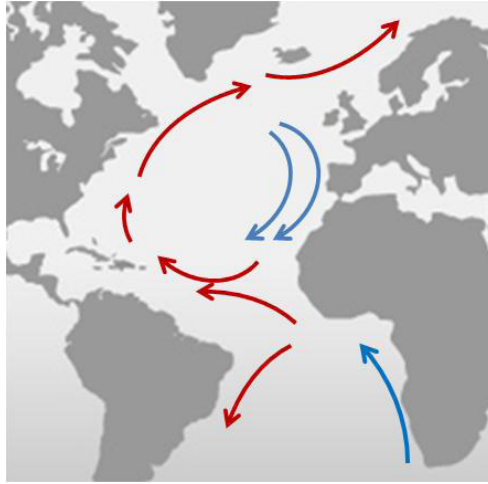
La topografía del terreno queda caracterizada por la pendiente, la rugosidad, la altura y la orientación, siendo en si un factor difícilmente modificable por el hombre, no obstante, el conocimiento del medio y el uso de Cartografía Operativa para Emergencias Forestales dota a los sistemas de extinción de la información para, junto con el conocimiento de otros factores, afrontar la predicción del comportamiento del fuego forestal (Grillo *et al.*, 2008).

El tercer factor, el combustible vegetal, viene caracterizado por la carga y tipo, esquematizados de forma generalizada en los *13 Modelos de Combustible de Rothermel* (Rothermel, 1983) y que conviene readaptar a las singularidades de cada zona aplicando factores de corrección. Sobre el combustible podemos ejercer actuaciones de carácter preventivo mediante una planificación basada en la predicción del comportamiento auxiliados por el uso de simuladores de incendios forestales tanto estáticos como dinámicos (Finney *et al.*, 1997 y Vélez, 2009) y realizar una buena programación en base a Planes de Prevención de Incendios Forestales para determinadas zonas. En esta línea, la Ley 43/2003 de montes propone la designación de las llamadas Zonas de Alto Riesgo de Incendio (ZARI), que deberán estar provistas de su correspondiente plan de defensa y como primer ejemplo a nivel autonómico cabe citar el Plan de Defensa contra Incendios para la *ZARI sector centro-occidental de la RNI de Inagua* en Gran Canaria (Calzada *et al.*, 2009).

### **3.1. Meteorología**

El Archipiélago Canario, integrado dentro de la Región de la Macaronesia como conjunto de islas del Atlántico Norte más o menos próximo al continente africano, está caracterizado por tener un clima sin excesivas variaciones, marcado por la existencia del régimen de vientos alisios y la presencia de la corriente oceánica fría (figura 9.12) que confiere a la zona una gran estabilidad atmosférica y que acaba caracterizando las condiciones meteorológicas que encontramos en la región

. La atmósfera canaria, a nivel de troposfera inferior, queda definida por la típica estratificación de las zonas tropicales y sub-tropicales, ésta división en capas viene caracterizada por su gran estabilidad sobre todo en las zonas más próximas a la superficie del globo, entre los 0 y los 1000/1500 msnm, donde encontramos la presencia de los vientos alisios en superficie identificados por su componente Nordeste (NE) generados por el giro en sentido horario del Anticiclón de las Azores.



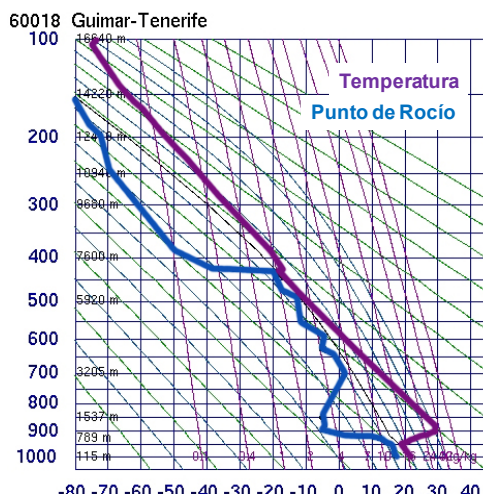
**Figura 9.12;** Circulación general de las corrientes oceánicas del atlántico. elaboración propia

El Anticiclón de las Azores, tiene dos configuraciones típicas y características que acaban definiendo la meteorología y clima de la zona. En invierno, la situación del núcleo de altas presiones se encuentra en latitudes más bajas, próximo al archipiélago canario lo que confiere una gran estabilidad a la zona y la inexistencia casi de vientos generales. En verano, el núcleo de altas presiones se desplaza a latitudes más elevadas y se sitúa próximo al archipiélago de las Azores.



**Figura 9.13;** presencia del mar de nubes en la costa norte de tenerife. (Blanco J,2010)

Esta configuración genera sobre la región los típicos vientos alisios que provocan durante los meses de junio-julio y agosto la típica *panza de burro* (figura 9.13) en las zonas de medianías de las islas con mayor orografía. Resulta fácil entender que el régimen de vientos alisios nos genera una serie de características meteorológicas que nos influirán en la facilidad o dificultad, según veremos, para controlar y extinguir los posibles incendios forestales.



**Figura 9.14;** Diagrama de stuve generado a partir de los datos del radiosondeo de güimar (tf) donde se aprecia la inversión térmica existente entre los 800 y 1300 msnm. Base de datos Universidad de Wyoming. elaboración propia

Por encima de los alisios de superficie, encontramos una capa de inversión térmica característica de las zonas de presencia anticiclónica que actúa a modo de tapadera como se observa en la figura 9.14, con las líneas de temperatura y punto de rocío donde se aprecia que a partir de los 800msnm divergen. Esta zona se caracteriza por tener aire más cálido y seco que el que hay en superficie ejerciendo como un auténtico tapón, evitando cualquier tipo de movimiento ascendente dentro de la troposfera inferior. En régimen de vientos de alisios, a partir de los 1000/1500 msnm encontramos atmósferas despejadas sin presencia de nubes, cielos despejados, con un aumento de la temperatura del aire a medida que vamos ganando altura y un viento general de componente Noroeste (NW).

No siendo suficiente estratificación, aún encontramos una tercera capa situada entre los 2500/3000 msnm que conocemos con el nombre de vientos contra alisios de procedencia suroeste (SW) fríos y secos en donde se hace patente la rotura de la inversión térmica y la vuelta al gradiente térmico normal de la pérdida de 6,5°C cada 1000 metros ascendidos.

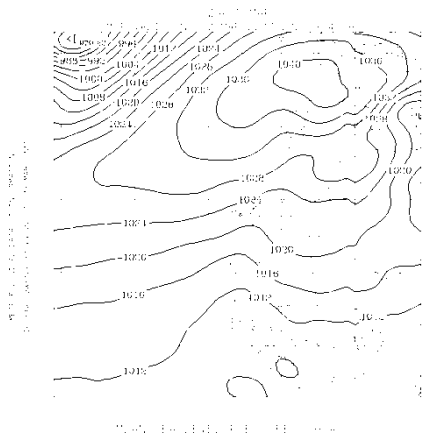
El régimen de vientos alisios está presente en un 80% de los días del año, siendo patente en el 90% de las jornadas de verano y un 50% de las de invierno (Dorta, 1993).

El restante 20% de los días del año se reparten entre condiciones sinópticas caracterizadas por la entrada de borrascas atlánticas (10%) ya sean de origen polar, las cuales suelen entrar por el Noroeste del archipiélago normalmente asociadas a *DANAS* que provocan importantes y localizadas precipitaciones, o de origen tropical, que suelen cruzar el archipiélago de SW a NE fruto en ocasiones de ciclogénesis debilitadas (v.g. Tormenta Tropical DELTA 2005). Si bien las borrascas atlánticas polares no plantean problemática alguna, las atlánticas tropicales vienen asociadas normalmente a fuertes vientos de componente SW que en zonas de medianías del norte de las islas con más relieve, provocan un efecto *Foehn* con módulos aún mayores al viento general.

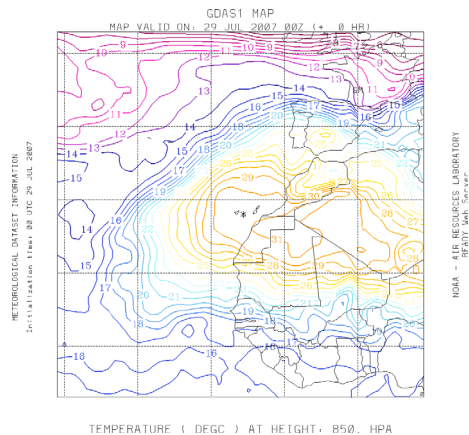
El 10% de días que queda por clasificar, entrarían dentro del grupo de las condiciones sinópticas de Siroco, Calima o Tiempo Sur, definidas académicamente como advecciones saharianas (Dorta, 1993) y que provocan en el territorio un importante aumento de temperaturas, un descenso considerable de las humedades relativas y la ausencia de la típica recuperación nocturna, en otras palabras, crean condiciones favorables para que se desencadenen incendios importantes como los acaecidos en el año 2007.

La Calima o Tiempo Sur están asociados al movimiento del Anticiclón de las Azores hacia el Suroeste del continente europeo provocando que sus isobaras lleguen al archipiélago después de recorrer parte del continente africano. Igualmente, el Siroco también puede estar ligado a la presencia de una baja térmica sobre Marruecos y Mauritania que nos proyecta directamente la entrada de vientos del Este (E) cargados de polvo en suspensión, elevadísimas temperaturas y un acusado descenso de humedades. Este tipo de advección suele hacerse patente en los modelos de mapas isobáricos de superficie y en topografías a 850 hPa (figuras 9.15 y 9.16).





**Figura 9.15;** (izq) mapa de presiones en superficie del 10/03/2007. Fuerte advección del este.  
Fuente: NOAA air resources laboratory.



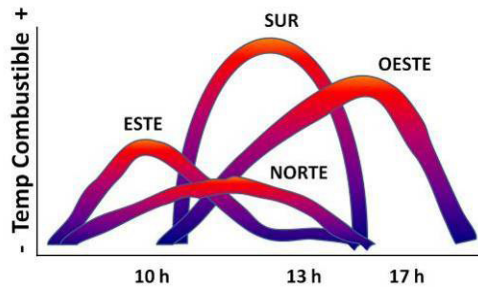
**Figura 9.16;** mapa de temperatura a 850 hpa 27/07/2007. Fuerte advección del este. Fuente: NOAA air resources laboratory.

Dentro de la defensa del monte, tanto en labores preventivas como extintoras, es de suma importancia conocer la meteorología aplicada a incendios forestales y sobre todo, saber predecir las evoluciones de los meteoros que más nos van a condicionar el comportamiento del incendio; la temperatura, la humedad relativa y el viento.

La temperatura y humedad relativa la trataremos dentro del mismo bloque y diferenciando el tipo de nivel de estudio (local y general), así a escala local, en función de la hora del día en que nos encontremos y la exposición de la ladera que se está quemando, la temperatura y la humedad relativa tendrá una u otra evolución. De esta forma se estableció lo que conocemos como *Curvas de Inflamabilidad del Combustible en el Tiempo y Orientación* (Campbell, 1991) que tratan de explicar cuál será la evolución de la temperatura y humedad de la ladera, en concreto, de los combustibles vegetales de la ladera en función de la hora del día y la orientación con relación al norte (figura 9.17).

A nivel de escala general, el estudio de la temperatura y humedad relativa ambiental para una determinada zona se realiza mediante la representación en mapas de modelos numéricos de predicción de temperatura de masas de aire a diferentes niveles de la troposfera y observando cuál es su evolución. Como buen ejemplo tenemos el mapa de alturas y temperaturas a la presión de 850hPa donde se aprecia con claridad el movimiento de las masas de aire y la temperatura que tiene asociada

sobre todo, los desplazamientos que tiene la masa de aire situada sobre la superficie continental sahariana y que nos provoca importantes variaciones anómalas de temperatura y humedad relativa como las sufridas durante el desarrollo de los grandes incendios de 2007 en la región canaria



**Figura 9.17;** Curvas de inflamabilidad del combustible en el tiempo y orientación. Campbell, D. adaptado. elaboración propia

El viento como meteoro influyente en el comportamiento del incendio forestal, también debe tratarse a diferentes niveles (general y local), así a escala general, podemos predecir la intensidad y dirección general del viento mediante el estudio pormenorizado de los mapas de superficie, resultado de los diferentes modelos numéricos de predicción meteorológica. No es objeto de este capítulo entrar en el estudio y conocimiento de la dinámica general de vientos, no obstante se hace referencia a una publicación de contenido sencillo pero muy útil para empezar a adentrarse en este tema (Martín, 2005).

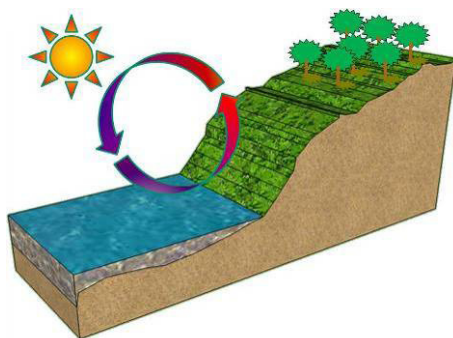
A nivel de escala local los *vientos generales* pueden variar aumentando o disminuyendo su módulo o incluso simplemente variando su dirección. A esta escala entran en juego los llamados *vientos locales*, generados normalmente por la variación de temperatura entre diferentes masas.

El viento que tengamos en un incendio acabará siendo la suma de los vectores del viento general y vientos locales cuya resultante interactuará con la topografía del lugar, aumentando o disminuyendo de módulo e incluso variando de dirección debido a los diferentes efectos de acanalamientos por valles y derivaciones *Venturi*.

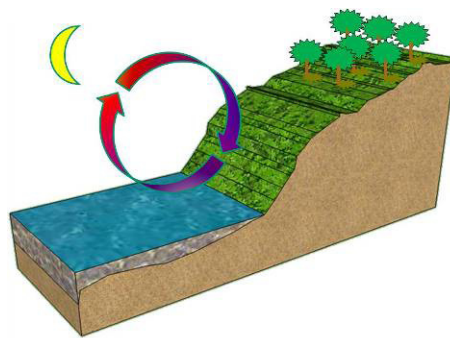
Los vientos locales son generados por el calentamiento diferenciado de las masas de aire que están en contacto con la superficie, bien sea ésta terrestre o marina. El ángulo de incidencia de los rayos solares sobre la superficie terrestre va variando en

el transcurso del día y de igual manera que hemos visto que las laderas tienen diferente ritmo de calentamiento y enfriamiento en función de la exposición, las masas de aire que están situadas sobre las laderas, tenderán a ganar o perder temperatura en función de la radiación que sufran las laderas.

Existen numerosos vientos locales (brisas marinas, vientos terrales, de ladera y de valle) no obstante, empezaremos por describir el régimen de brisas marinas y vientos terrales de vital importancia en territorio insular (figuras 9.18 y 9.19).



**Figura 9.18;** brisas marinas durante el día. Elaboración propia



**Figura 9.19;** Vientos terrales durante la noche. Elaboración propia

Durante el día, debido a la radiación solar, la superficie terrestre tiende a calentarse con mayor facilidad que la superficie marina, esto provoca que la masa de aire situada encima de la superficie terrestre aumente de temperatura, pierda densidad y al ser menos pesada, tienda a subir siendo reemplazada por el aire de la masa de aire situada sobre la superficie marina, provocando un movimiento del aire de mar a tierra cuyo módulo varía entre los 18 y 37 km/h. Durante la noche, la superficie terrestre se enfría con mayor rapidez que la superficie marina, lo que genera el flujo inverso, viento de tierra a mar con velocidades que oscilan entre los 10 y 15 km/h.

Los vientos de ladera aparecen desde que la radiación solar incide sobre la superficie y desaparece con el desvanecimiento de los últimos rayos. Se trata de los llamados *vientos anabáticos* y *catabáticos*. El mecanismo que los origina radica en el principio que tienen en común todos los vientos locales (el sol calienta la superficie terrestre y ésta la masa de aire que está encima, perdiendo parte de su densidad y provocando un movimiento ascendente).

Los vientos de valle están originados por el diferente calentamiento de las laderas opuestas del valle provocado por la diferente orientación de éstas. En laderas insoladas el viento tenderá a ser ascendente con velocidades entre los 15 y 30 km/h, absorbiendo el aire del valle y de laderas frías, a medida que avance el día. Durante la noche las partes altas se enfrían con mayor rapidez que las bajas, el efecto generado es el inverso, el aire tiende a ganar densidad, volverse más pesado y a desplazarse hacia puntos más bajos, generando los vientos descendientes de fondo de valle de velocidades comprendidas entre los 5 y 15 km/h.

Como se ha comentado al principio del apartado, los vientos (generales y locales) han de sumarse en módulo y sentido, esto significa en velocidad y dirección, pudiendo ocasionar en el caso de las islas del archipiélago canario, diferencias importantes entre el día y la noche según afecten las brisas marinas y vientos terrales en mayor o menor cuantía.

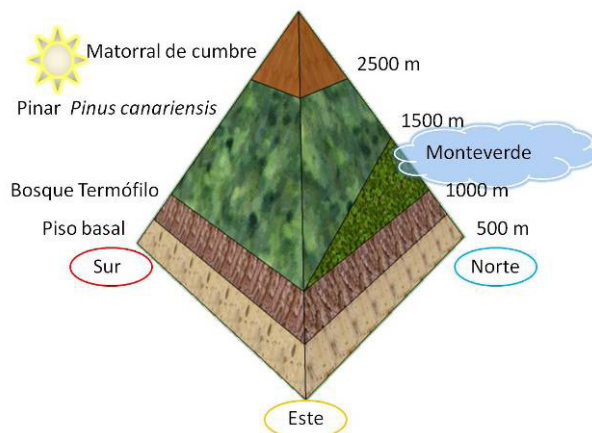
### **3.2. Topografía**

El origen volcánico del Archipiélago Canario marca la configuración del relieve de cada una de las siete islas. En este apartado nos centraremos en la provincia occidental junto con la isla de Gran Canaria, por ser estas 5 las que plantean mayores problemas de defensa del monte con relación a los incendios forestales.

Una de las características que destaca a primera vista sobre el relieve de las islas es que su máxima cota corresponde a las zonas centrales del territorio insular, perdiendo altura rápidamente conforme nos acercamos a la costa, configurando en su mayor parte un sistema radial de barrancos con elevadas pendientes medias tanto en sus lechos como en los taludes laterales, fruto éstos últimos de la erosión de las laderas de los barrancos sobre todo en las zonas más antiguas de las islas.

De las características topográficas que condicionan el comportamiento del incendio forestal, destacan la altura, la pendiente, la rugosidad o relieve y la orientación o exposición.

**Altura:** las islas occidentales y Gran Canaria se caracterizan por su elevada altura respecto al nivel del mar, elevación que consiguen en el peor de los casos, en apenas una treintena de kilómetros en línea recta desde la costa.



**Figura 9.20;** Esquema de los pisos de vegetación canarios. Elaboración propia

Si recordamos el apartado de meteorología, el archipiélago canario está bañado por una corriente marina fría que sumada a los vientos alisios húmedos y fríos, al encontrarse con los relieves insulares provocan el comentado mar de nubes. Este hecho provoca un fenómeno crucial para el establecimiento de la vegetación canaria y es lo que se ha llamado *lluvia horizontal* la cual genera un aporte hídrico entre 1,5 y 3 veces superior a la lluvia vertical, según el autor consultado. Este proceso de condensación de las partículas de humedad que son transportadas por los vientos alisios condiciona la existencia en vertientes norte de las islas del piso de vegetación de monteverde.

En el caso de las vertientes sur o a sotavento de los alisios, la vegetación es totalmente diferente.

Como se observa en la figura 9.20, la orientación general sobre la isla y la altura respecto al nivel del mar, influyen directamente en la existencia de diferentes pisos de vegetación que encontramos en las islas y éstos a su vez, conforman diferentes estructuras que veremos más adelante y llamamos Modelos de Combustible.

**Pendiente:** la diferencia altitudinal con referencia a la distancia horizontal en proyección ortogonal desde el punto más alto hasta la línea de costa nos define la pendiente media de la isla.

Las partes altas de las laderas (crestas y colinas) tienden a calentarse con mayor rapidez que las zonas deprimidas y fondos de barrancos. Este hecho provoca un

movimiento convectivo ya visto en el apartado de vientos, son aquellos que definimos como vientos locales.

Cuanto mayor es la pendiente, el gradiente de temperatura entre un punto y otro es mayor, al igual que el viento que se genera.

Así mismo se debe comentar que en el fuego en una superficie con pendiente, la llama está más próxima al combustible con lo que la radiación generada por la llama provoca mayor rapidez de pérdida de humedad en el combustible que está por delante (figura 9.21).

**Relieve o rugosidad:** es frecuente encontrar entre nuestras islas conformaciones rugosas tales como conos volcánicos, roques, degolladas, riscos. Todos ellos forman parte del relieve de las islas, de su rugosidad y entre todos conforman y modifican de forma local los vientos generales que llegan hasta el archipiélago.



**Figura 9.21;** Efecto de la pendiente sobre la distancia de la llama al combustible. Elaboración propia

El viento es aire en movimiento, se comporta como un fluido aunque no lo veamos y debemos observar el relieve que puede canalizar el viento por tal de poder prever el comportamiento del incendio forestal, anticiparnos a posibles variaciones de dirección o módulo para conseguir aumentar la seguridad de las acciones de extinción ya que puede ocasionar situaciones de peligro como el ocurrido en 2007 en el incendio de Gran Canaria (Molina, *et al.* 2009 y Vélez, 2009).

**Orientación o exposición:** se trata de la dirección en grados con respecto al norte hacia donde está la máxima pendiente de la ladera (0°N, 90°E, 180°S y 270°W). Como se explica en el apartado de meteorología, la exposición influye en la temperatura que consigue la ladera en función de la incidencia de los rayos solares que acaba

afectando a la temperatura del combustible y a la cantidad de humedad que éste contiene, en resumen, la exposición influye en la disponibilidad del combustible para que llegue a la *ignición*.

### 3.3. Combustible

Observando la diferente composición y conformación de las masas forestales y teniendo la necesidad de clasificarlas en sencillos “cajones” en función de su composición (carga t/ha) y la velocidad de propagación del fuego (m/min) surge en los 30's el concepto de **modelo de combustible**, desarrollado posteriormente por los diferentes servicios de medio ambiente, como fue el caso del ICONA para su uso y adaptación a los diferentes simuladores de incendios (CARDIN, BEHAVE, FARSITE, etc).

De los diferentes sistemas nos centramos en los **Tipos de modelos** de combustible que Rothermel definió en 1983 junto con Anderson, Andrews y otros basado en 4 grupos generales y 13 modelos particulares que a grandes rasgos éstas son sus características y su adaptación a la región canaria:

GRUPO / MODELO		DESCRIPCIÓN	ADAPTACIÓN CANARIA (GARCÍA, ET AL 2003)
ERIAL	0	Zona desprovista de combustible para arder.	<b>M 0/1:</b> Eriales con pasto fino, seco y bajo; presente en los pisos <i>Basal y Cumbre y Medianías del Sur</i> . <b>M 0/5:</b> Matorral disperso en roquedos y riscos. <b>M 0/9:</b> Pinar con roquedo casi sin combustible de superficie; presente en piso <i>Cumbre y Medianías del Sur</i> .
PASTOS	1	La propagación del incendio está gobernada por los combustibles herbáceos finos. La propagación es rápida. El matorral o arbolado ocupa menos de un tercio del área. Carga de combustible: 1-2 t/ha	<b>M 0/1</b> ver Modelo 0. <b>M1:</b> Presente en todos los pisos de vegetación <b>M 1C:</b> Presente en todos los pisos de vegetación hace referencia a zonas de cultivo y ajardinadas.
	2	La propagación del incendio está gobernada por los combustibles herbáceos finos. La propagación es rápida. El matorral o arbolado ocupa de un tercio a dos tercios del área. Las intensidades del fuego son mayores y pueden producirse pavesas. Carga de combustible: 5-10 t/ha	<b>M 2:</b> Presente en todos los pisos de vegetación



PASTOS	3	La propagación del incendio está gobernada por los combustibles herbáceos finos (un tercio o más está seco). La altura media del pasto es 1 m. Carga de combustible: 4-6 t/ha.	<b>M 3:</b> Cultivos de cereales sin cosechar y helechales densos y secos de >1m. Presente en <i>Medianías del Norte</i> .
MATORRAL	4	Matorrales de 2 m de altura, repoblados o regenerados jóvenes densos. Fuegos rápidos que se propagan por las copas del matorral que forma un estrato casi continuo. Consume el follaje y el material leñoso fino vivo y muerto. Este material leñoso contribuye significativamente a la intensidad del incendio. Carga de combustible: 25-35 t/ha	<b>M 4:</b> Matorrales muy densos de cañas ( <i>Arundo donax</i> ) >2m (en Piso <i>Basal</i> ) y repoblaciones de pino jóvenes con codesos, retamas y escobones. Presente en todos los pisos de vegetación.
	5	Matorral < 1 m de altura pero cubre casi totalmente el área. El incendio se propaga por los combustibles superficiales que son la hojarasca de los matorrales y herbáceas. El matorral es joven, con poco material muerto y su follaje contiene pocos volátiles. Carga de combustible: 5-8 t/ha.	<b>M 0/5</b> ver Modelo 0. <b>M 5:</b> Matorral denso de plantas suculentas <1m. Helechal denso y verde <1m. Presente en todos los pisos de vegetación excepto en Piso <i>Basal</i> .
	6	Matorrales y los restos de cortas de frondosas. Propagación por las copas del matorral cuyo follaje es más inflamable que en el M 5. Requiere vientos >13 km/h. El incendio descenderá al suelo a bajas velocidades de viento o en zonas desprovistas de matorral. El matorral es más viejo pero no tan alto como en el M 4. Carga de combustible: 10-15 t/ha.	<b>M 6:</b> Matorral denso y verde de cañas y zarzas 1-1,5m. Presente en todos los pisos de vegetación.
	7	Matorrales <2 m, pinares con sotobosque de especies inflamables. Propagación con igual facilidad por el suelo forestal y por el matorral. Puede ocurrir en condiciones de humedad del combustible más altas debido a la mayor inflamabilidad de los combustibles. Carga de combustible: 10-15 t/ha	<b>M 7:</b> Matorral de sotobosque o palmeral con restos <2m. Presente en todos los pisos de vegetación.
HOJARASCA BAJO ARBOLADO	8	Bosques cerrados con hojarasca compacta y poco matorral. Fuegos superficiales (lentos) ardiendo con longitudes de llama pequeñas. Peligroso solo en las peores condiciones atmosféricas. Carga de combustible: 10-12 t/ha Figura 22	<b>M 8:</b> Hojarasca compacta bajo arbolado. Presente en todos los pisos de vegetación.
	9	Bosques con hojarasca menos compacta, pinares de hoja larga, incendios de otoño en formaciones de frondosas. Propagación a través de la hojarasca superficial más rápidamente que en el M 8. Carga de combustible: 7-9 t/ha	<b>M 0/9</b> ver Modelo 0. <b>M 9:</b> Hojarasca menos compacta (acícula de Pino Canario). Presente en todos los pisos de vegetación excepto en Piso <i>Basal</i> .

HOJARAS- CA BAJO ARBOLADO	10	Bosques con plagas, enfermedades, maltratados por el viento, sobre maduros, con material leñoso caído de claras y cortas parciales. Los fuegos queman combustibles de superficie y del suelo con mayor intensidad que en los dos modelos anteriores. Los coronamientos (antorcheos) son más frecuentes. Carga de combustible: 30-35 t/ha	<b>M 10:</b> Bosque con presencia de pies muertos, estructura de monteverde adulto. Presente en el Piso de <i>Medianías del Norte</i> .
RESTOS DE CORTA	11	Bosque claro o fuertemente aclarado. Restos de poda o claras con plantas herbáceas rebrotando. Carga de combustible: 25-30 t/ha o ligera. Pocos materiales caídos de más de 76 mm de diámetro. Figura 24	Sin adaptación canaria por ser modelos de restos de corta
	12	Predominio de restos sobre el arbolado. Resto cubriendo todo el suelo. Carga de combustible: 50-80 t/ha. El incendio se propaga hasta encontrar cortafuegos o cambio de combustibles. Más materiales caídos de más de 76 mm de diámetro.	
	13	Muchos materiales caídos de más de 76 mm de diámetro. Puede generar pavesas. Carga de combustible: 100-150 t/ha Figura 23	



**Figura 9.22;** Modelo 8 gestionado mediante quema prescrita. (Blanco, 2006)



**Figura 9.23;** Modelo 13 para gestión mediante quema prescrita. (Blanco, 2006)



**Figura 9.24;** Evolución de una quema prescrita de baja intensidad en modelo 11. (Blanco, 2006)

La misión de éste capítulo no se puede centrar en la caracterización detallada de cada uno de los diferentes **Pisos de vegetación** de Canarias, no obstante, pese a que ya se presentaron en apartados anteriores del capítulo, se repasará a continuación cuál es su distribución altitudinal y su composición florística a grandes rasgos.

El **Piso Basal**, de 0 a 300 m en el norte y de 0 a 600 m en el sur de las islas, conformado por el sistema halófilo costero, jables, riscos costeros, bosquetes de tarajales y el cardonal tabaibal. Este piso presenta escasa vegetación, en su gran mayoría de tipo crasuláceo, muy adaptada al estrés hídrico generado por la baja pluviometría de la zona.

Desde el punto de vista de incendios es una zona que no plantea excesivos problemas debido básicamente a que la carga de combustible de la estructura de vegetación es baja, predominando incendios de superficie en ocasiones rápidos en presencia de viento y continuidad de combustible fino, pero de poca intensidad.

El **Bosque Termófilo** es el siguiente piso de vegetación, de 300 a 600 m en el norte y entre los 600 y 1000 m en el sur. La vegetación conforma unas estructuras de bosquetes abiertos y matorrales perenifolios-esclerófilos, de transición entre el xérico (Cardonal Tabaibal) y el sub-húmedo (Monteverde).

Las especies vegetales más características son la sabina (*Juniperus turbinata*), el acebuche (*Olea cerasiformis*), el almácigo y lentisco (*Pistacea atlantica* y *P. lentiscus*), la palmera (*Phoenix canariensis*), el sauce (*Salix canariensis*) y el drago (*Dra-caena draco*).

Este Piso de vegetación se encuentra fuertemente degradado por la presión antrópica producida por los asentamientos urbanos, la sobreexplotación agrícola que existió años atrás y que tras el paulatino abandono de los terrenos, han dado lugar al asentamiento de especies introducidas y que conforman auténticos corredores de propagación de incendios, son los casos de la caña y la zarza (*Rubus spp.*), además de los eucaliptos (*Eucalyptus globulus* y *E. camaldulensis*) y menos propagadoras como la tunera (*Opuntia sp.*) y la pita (*Agave americana*).

Desde el prisma de los incendios, cabe destacar que en este piso de vegetación encontramos numerosos asentamientos urbanos integrados dentro de auténticas masas forestales (o terrenos agrícolas abandonados). La presión demográfica en esta zona es importante lo que plantea auténticos problemas para gestionar las emergencias por incendio forestal debido a la alarma social que se genera y que se comenta más adelante en el apartado de *Factores Sociales*.

El **Monteverde** es un piso de vegetación que sólo encontramos en las zonas norte de las islas de mayor relieve, de 600 a 1500 m, donde el viento alisio queda estancado, pudiendo diferenciar dentro del piso dos estructuras, la de laurisilva cuya distribución queda en las cotas más bajas del piso, y la del fayal-brezal, por las zonas más elevadas ya en transición hacia el pinar. La vegetación consigue estructuras de bosque húmedo con árboles laurifolios y perenifolios con lianas, musgos y helechos gracias al aporte de humedad de los vientos alisios.

Las especies más importantes del piso son el laurel (*Laurus azorica*), el barbusano (*Apollonias barbujana*), el til (*Ocotea foetens*), el palo blanco (*Picconia excelsa*), el acebiño (*Ilex canariensis*), el brezo (*Erica arborea*), el viñátigo (*Persea indica*) y la faya (*Morella faya*).

En Gran Canaria, el monteverde se encuentra fuertemente degradado y presente sólo en pequeños relictos; fue fuertemente aprovechado y sustituido bien por terrenos agrícolas que hoy en día se encuentran en su mayor parte abandonados y en donde se han instaurado especies invasoras, o por zonas de aprovechamiento de eucaliptos para varas con poco auge económico hoy en día. Estas estructuras son poco resilientes frente a la presencia del fuego, son favorecedoras de fuegos que en condiciones normales no tendrían por qué darse pues se trata de zonas con mucha cantidad de humedad.

En las islas occidentales, la presencia del piso de monteverde es más importante teniendo su máxima expresión en la isla de La Gomera. En estructuras originales de monteverde, el fuego se dará en regímenes largos de años, ya que se trata de

bosques húmedos y dependerá de la frecuencia de entradas de calima y severidad de éstas (como se verá más adelante).

El **Pinar de pino canario** en el caso de la isla de Gran Canaria, el Hierro y la Gomera, es el piso de vegetación más elevado, no siendo el último ni para la Palma ni para Tenerife. Su distribución altitudinal varía en función de la zona, a barlovento se encuentra entre 1500 y 2000 m y a sotavento entre los 1000 y 2000 m. Cabe destacar la diferente estructura que presenta tanto en el norte (pinares mucho más densos y cerrados) y en el sur (mucho más abiertos y menos densos).

Se trata de un piso de vegetación caracterizado por la especie autóctona *Pinus canariensis* que en vertientes norte se encuentra con mezcla de fayal-brezal y en zonas sur con cedros (*Juniperus cedrus*), y de forma general, presenta un sotobosque caracterizado por el escobón (*Chamaecytisus proliferus*), el codeso (*Adenocarpus foliolosus*), las jaras (*Cistus monspeliensis*, *Cistus symphytifolius*) y el poleo (*Bystropogon origanifolius*).

Todas las especies citadas del piso de vegetación del pinar canario, a excepción del cedro, presentan buenas estrategias de adaptación frente al fuego de baja y media intensidad sobre todo el pino canario (Climent *et al.*, 2007) que posee como estrategias de adaptación tales como los brotes epicórmicos en tronco (figura 9.25) (no muy comunes en el género pinus), corteza muy gruesa y resistente al fuego (figura 9.26) y presencia de *piñas serótinas*.



**Figura 9.25;** Detalle del rebrote después del GIF de 2007 en GC. (Blanco, 2007)



**Figura 9.26;** Detalle de la corteza del *Pinus canariensis*. (Blanco, 2008)

El **Matorral de Cumbre** sólo está presente en las islas que sobrepasan los 2000 m caso de La Palma y Tenerife. Las especies que caracterizan este piso de vegetación son entre otros el codeso de cumbre (*Adenocarpus viscosus*), la retama del Teide (*Spartocytisus supranubius*) y los tajinastes (*Echium wildpretii* y *E. auberianum*).

En el caso del matorral de cumbre, cabe diferenciar la situación en la Palma de la de Tenerife, desde el punto de vista de incendios ya que en el segundo caso, la vegetación se encuentra muy repartida entre zonas de malpaís y lapillis que conforman auténticos cortafuegos naturales.

En el primer caso, la Palma, se debe tener en cuenta que la masa de matorral de cumbre es mucho más continua y no presenta una línea definida de separación con el pinar de pino canario. Esta estructura global presenta importantes problemas en las labores de extinción sumados a los que ya de por sí genera la muy abrupta orografía palmera.

**Modificación de las estructuras de vegetación y modelos de combustible:** buena parte de la defensa del monte se debería basar en labores de carácter preventivo que consiguieran modificar el paisaje pasando de unas estructuras vegetales difícilmente defendibles frente a una amenaza a formaciones que no planteen problemas.

Las labores defensoras se deben afrontar desde el prisma de la *selvicultura preventiva*, con acciones areales (selvicultura tradicional) o lineales (ejemplo de *Barreras Verdes* en Gran Canaria) siempre acciones basadas en el estudio y conocimiento del comportamiento del incendio forestal calculado mediante la simulación de escenarios de fuegos forestales desde los puntos de vista estático y dinámico que ya se ha comentado (Finney *et al.*, 1997 y Vélez, 2009).

Se debe recordar que en Canarias, los pisos de vegetación están muy marcados como se ha visto en anteriores apartados, así como que cada piso tiene una vegetación característica adaptada al entorno y parece evidente que la Selvicultura Preventiva aplicada a cada estructura de cada piso, deba ser diferente en cada caso. Veamos entonces los diferentes casos:

En la zona que abarca la distribución potencial del **Bosque Termófilo**, encontramos asentamientos urbanos importantes. Éstos han sido una de las principales causas de la degradación del piso de vegetación con la consecuente facilidad para las especies invasoras tales como la caña, la zarza, la pita y la tunera, de asentarse en el nicho abierto. Estas especies, sobre todo la caña y la zarza son altamente inflamables y



facilitan la propagación rápida del fuego, más aún si se encuentran en fondos de barranco.

La presencia de las especies invasoras comentadas en la zona de interfaz urbano forestal provoca que en las labores de extinción se tengan que centrar principalmente en la defensa de los núcleos habitados (como veremos en el apartado de Factores Sociales) con lo que las labores de prevención en este piso de vegetación estriban en la erradicación de especies invasoras pirófitas y repoblación de flora autóctona de bosque termófilo.

La representación de monteverde en Canarias, como ya se he comentado, va de más a menos desde las islas occidentales más elevadas hacia las orientales, siendo ya el monteverde grancanario un minúsculo reducto.

El **Monteverde**, por sus características climatológicas y de composición vegetal con especies principalmente higrófilas, no presenta excesivos problemas desde el punto de vista de incendios forestales. No obstante cabe remarcar que es un piso vegetal en donde la acumulación de biomasa es muy elevada, tanto en carga viva como en necromasa, es por esta razón que en periodos de sequía acumulada importante, podemos encontrarnos que los combustibles estén altamente disponibles para arder, siendo esta situación del tipo excepcional que se puede dar cada 100-200 años (Veirs, 1985) pero no por ello imposible de que se dé.

La estrategia de gestión debe ir siguiendo los pasos de eliminación de especies invasoras y oportunistas del tipo *Arundo donax* y *Rubus sp* que tienden a una alta disponibilidad para arder y propagarse. Junto con un mantenimiento de estructuras de vegetación que conformen Modelos de Combustible del tipo 8 (Rothermel, 1983).

Del piso de vegetación del **pinar de Pino Canario** cabe distinguir entre los que son Naturales o de regeneración natural (PRN) y los que son de Repoblación diferenciando éstos últimos entre pinares de repoblación en área potencial (PRAP) y pinares de repoblación en área no potencial (PRNAP).

La quema prescrita como herramienta para eliminar combustible dentro de un pinar de pino canario figura 9.27 (del tipo que sea) se plantea como instrumento que con la experiencia de las unidades llega a dar grandes rendimientos.





**Figura 9.27;** Quema prescrita de baja intensidad en PRAP de *pinus canariensis*. (Blanco, 2006)

Los PRN y los PRAP están distribuidos principalmente en vertientes sur y suroeste de las islas más occidentales del archipiélago y de Gran Canaria. Ambas estructuras tienen una dinámica selvícola similar, diferenciándolos básicamente el origen de ambos. El primero, PRN, conforma ya desde la diseminación por parte de los árboles padre de un bosque abierto e irregular donde las figuras de protección de la red de Espacios Naturales Protegidos de Canarias mantienen y fomentan su dinámica natural. La línea de trabajo de la silvicultura entraría a mantener un estrato de sotobosque en formato de islas constituyendo un mosaico arbustivo de especies clímax inconexo (*Chamaecytisus proliferus*, *Cistus symptifolius*, *Bystropogon originifolius*, *Adenocarpus foliolosus*, *Micromeria lanata*, *Teline microphylla*, etc.) que dificultara la propagación de incendios por la superficie y que a su vez no facilitara el paso a fuegos que antorchearan el estrato arbóreo. La gestión mediante quema prescrita de baja intensidad en pequeñas parcelas con distribución aleatoria conseguiría un aumento de la biodiversidad, de los nichos ecológicos y de la conformación del mosaico arbustivo.

El segundo, PRAP, difiere del PRN en su origen, en este caso antrópico, conformando una masa coetánea la cual se debe naturalizar a medida que va creciendo conformando diferentes estratos pese a que mantengan la misma Clase de Edad. La

línea de selvicultura preventiva puede quedar definida mediante el *clareo* fuerte (200 pies/ha) a los 15-20 años de edad de la masa y la declaración dentro de la masa coetánea de 90-100 pies/ha que llamaremos **Árboles de Porvenir** y la sustracción sistemática mediante clara alta de 1 o 2 pies del estrato codominante por cada Árbol de Porvenir cada 15-20 años hasta conseguir una densidad de la masa de unos 200 pies/ha.

Se debería practicar una poda de los pies del estrato dominante y codominante de hasta 3 metros de altura como máximo; no permitiendo podas superiores ya que se provoca la aparición de un sinfín de rebrotes en fuste.

El tercer tipo de pinar, PRNAP, es utilizado en muchas ocasiones para la realización de repoblaciones que generen sombra para la posterior plantación de especies clímax de monteverde alto tipo fayal-brezal, este tipo de plantación la llamaremos repoblación bajo cubierta (Guzmán *et al.*, 1999).

En este caso, el objetivo del pinar es establecer sombra para las especies clímax, así, la dinámica selvícola del *Pinus canariensis* es similar a la del PRAP con claras altas cada 10 años y elección de 90-100 pies/ha como árboles de porvenir, con la salvedad que en este caso el clareo se debe adelantar a los 10-15 años de la masa y es en este momento cuando se realiza la plantación de especies arbustivas clímax bajo cubierta; a los 30 años se realiza la transformación de la masa con la extracción del estrato codominante de pinos y la plantación de las especies arbóreas clímax finalizando a los 60 años de edad de la masa con el aprovechamiento de los pinos del estrato dominante.

El concepto de *Barreras Verdes* aparece por primera vez en el Plan de Prevención de Incendios Forestales de Gran Canaria (García *et al.*, 2003) relacionado con los cortafuegos verdes como actuaciones lineales prevencionistas, modificando la estructura y composición vegetal de los cauces de los barrancos de la isla, proponiendo su transformación a cauces con especies higrófilas erradicando géneros vegetales con tendencias pirófitas e invasoras (*Arundo donax*, *Rubus sp.*, etc.) (Guzmán, 2008).

Entre los objetivos establecidos en el proyecto, cabe destacar algunos que provocarían directamente beneficios a nivel del **ciclo hidrológico** reduciendo la erosión e intensidad de las avenidas, aumentando la capacidad de infiltración y recarga del acuífero y aumento de la captación de la lluvia horizontal en zonas de medianías del norte. A nivel del **comportamiento del fuego** en incendios forestales, Barreras Verdes consigue un cambio de estructuras con especies más higrófilas y con más con-

tenido de humedad. Asimismo se consigue una mejora en cuanto a la **biodiversidad** introduciendo especies clímax en detrimento de especies oportunistas, alóctonas y con fuerte carácter invasor.

### 3.4. Factores sociales

Los incendios forestales están en proceso de cambio, están pasando de ser una emergencia puramente forestal a ser una emergencia de Protección Civil y en este caso, la prioridad queda definida por el orden: PERSONAS-BIENES Y ANIMALES-MASA FORESTAL (figura 9.28).

Este hecho nos lleva a tratar la emergencia desde el punto de vista de una **Gestión Integral del Incendio** (Incendio Urbano + Incendio Forestal) (Blanco, 2008) en donde es importante defender las zonas urbanas pero, no menos importante es poder atajar el incendio forestal ya que a la larga, conseguirá volver a afectar a más zonas urbanas.



**Figura 9.28;** Cambio de tipo de emergencia-cambio de prioridades. Elaboración propia

Es muy complicado el enfrentarse al desconocimiento político-social sobre la existencia de un límite de capacidad de manejo de las emergencias, y en este caso, de la capacidad de extinción.

El desconocimiento social sobre la vulnerabilidad que se corre viviendo en zonas desprotegidas y la falsa sensación de la existencia del “superhéroe”, lleva a hipotecar medios de extinción en evacuaciones y confinamientos “in extremis” y al colapso del sistema de extinción.

Así pues, adaptando la célebre frase de *Albert Einstein* “*The significant problems we face cannot be solved by the same level of thinking that created them*”, las zonas de interfaz urbano forestal son un nuevo riesgo añadido al incendio forestal y ese nuevo riesgo no puede ser combatido con el mismo nivel de pensamiento que lo creó, hemos de elaborar nuevas ideas.

En el mundo de los incendios, nos es sencillo explicar diferentes situaciones a partir de la simplificación máxima, en este caso, volvemos a utilizar el triángulo para explicar cada uno de los ítems de los que consta el *Manejo Integral del Fuego* (figura 9.29) que trata de dar una serie de herramientas para conseguir la integración del uso del fuego a diferentes niveles, tanto sociales como ecológicos:



**Figura 9.29;** Triángulo del manejo integral del fuego. Myers, R. adaptado. Elaboración propia

**Cultura del fuego:** Necesidades e impactos socioeconómicos. Potenciar el mantenimiento y uso regulado del fuego como elemento socio-cultural. Facilitar los arduos trámites administrativos para que las personas que siguen dependiendo del sector primario prosigan con sus actividades.

**Ecología del fuego:** Atributos ecológicos clave del fuego. El fuego es inherente en los ecosistemas, motivo por el cual, es necesario su estudio por tal de redefinir la gestión forestal así como invertir en la investigación sobre la afección del uso del fuego sobre los diferentes ecosistemas existentes.

**Manejo del fuego:** Prevención, supresión y uso del fuego. Sobre este apartado, cabe destacar la necesidad de prevenir, en el caso del problema de los fuegos en interfaz desde un punto de vista formativo y concienciador sobre la sociedad. Hay que incidir en la necesidad de crearnos estructuras en interfaz urbano forestal más seguras frente a incendios, esto significa, participar activamente de nuestro bienestar y seguridad creándonos ambientes y hogares defendibles ante el fuego forestal.

La problemática que puede generar una zona de Interfaz Urbano Forestal, se puede solventar mediante una serie de líneas de actuación básicas:

- 1) Impulsión de Prevención basada en una **Planificación adecuada** a todos los niveles, desde la redacción de Planes Territoriales y Especiales **a nivel Estatal, Autonómico, Provincial, Insular y Municipal**.
  - Planes en donde se haga hincapié, entre otras cosas, en la **formación e información al ciudadano** por tal de poder vivir en una **sociedad menos vulnerable frente a las emergencias**.
  - Planes en los que exista una **localización geográfica del riesgo** por incendio forestal, tanto medido de forma individual, como colectiva.
  - Planes que definan las **normas de actuación para la población** con procedimientos de evacuación y confinamiento.
  - Planes que establezcan una serie de simulacros con capacidad de ser evaluados y auditados por responsables de emergencias.
- 2) Conseguir la **Corresponsabilidad de todos los Agentes** desde la Administración de Estado hasta el Propietario.

- Re-enfocando las inversiones en Extinción y Prevención, introduciendo nuevas unidades de medida. Destinar las inversiones no sólo en función de la superficie de masa forestal, sino también en función del problema que se pueda tener en cuanto a perímetro o superficie de interfaz urbano forestal. Por poner un ejemplo, de los datos facilitados por el Cabildo de Gran Canaria, podemos extraer que en la isla se puede dar un gran problema de fuegos en interfaz urbano forestal al tener más de un 10% de su superficie forestal dentro de lo que se denominaría Interfaz Urbano Forestal.
- Es de gran importancia que cada propietario sea partícipe de su propia seguridad, teniendo un entorno fácilmente defendible, esto permite poder destinar los medios a labores de extinción propiamente forestal, dejando que el fuego no consiga amenazar nuevos núcleos urbanos.

### Bibliografía consultada y referencias

- BLANCO, J. (2008) La interfaz urbano forestal, un riesgo añadido al incendio forestal. Revista « Emergencia 1-1-2 nº73 ». 5pp.
- CALZADA, I.; MEDINA, M. y BLANCO, J. (2009) Plan de Defensa contra Incendios para la Zona de Alto Riesgo “sector centro-occidental de la Reserva Natural Integral de Inagua”. Genea Consultores y la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial del Gobierno de Canarias. Las Palmas. 150pp.
- CAMPBELL, D. (1991) The Campbell Prediction System: a wildland fire prediction system & language. California-USA. 129pp.
- CASTELLNOU, M. (1999) Pautas para la ordenación del territorio para la lucha contra Grandes Incendios Forestales. Actas del 3er Fórum de Política Forestal. CTFC. Solsona. 5pp.
- CLIMENT, J.; López, R.; González, S.; Gil, L. (2007) *El pino canario (Pinus canariensis), una especie singular*. Madrid. 9pp.
- DECRETO 100/2002, 26 julio, por el que se aprueba el Plan Canario de Protección Civil y Atención de Emergencias por Incendios Forestales (INFOCA).
- DECRETO 146/2001, de 9 de julio, por el que se regula la prevención y extinción de incendios forestales.
- DORTA, P. (1993) El clima: tipos de tiempo. En geografía de Canarias. Las Palmas. 15pp.
- DORTA, P.; MARZOL, M<sup>a</sup>. (1991) Los incendios en el Archipiélago Canario y su relación con la situación atmosférica. Causas y efectos. Valencia. 14pp.
- FINNEY, M.; SAPSIS, DB.; BAHRO, B. (1997) *Use of FARSITE for simulating fire suppression and analyzing fuel treatment economics*. In Symposium on Fire in California Ecosystems: Integrating Ecology, Prevention, and Management.
- GARCÍA, D.; GRILLO, F.F. y GONZÁLEZ, A. (2003) *Plan de Prevención de Incendios Forestales de Gran Canaria*. Las Palmas de Gran Canaria. 223pp.
- GRILLO, F.; CASTELLNOU, M.; MOLINA, D.; MARTÍNEZ, E. y DÍAZ, D. (2008) *Análisis del Incendio Forestal: planificación de la extinción*. Granada. 138pp.
- GUZMÁN, J. (2008) Creación y Mantenimiento de Barreras Verdes: Experiencia y Proyección. Las Palmas de Gran Canaria. 10pp.
- GUZMÁN, J.; JIMÉNEZ, M.J.; NARANJO, J. y RICART, J. (1999) *Plan Forestal de Canarias*. Las Palmas de Gran Canaria. 171pp.

- LEY 10/2006, de 28 de abril, por la que se modifica la Ley 43, de 21 de noviembre, de Montes. (Su disposición adicional 1 se encuentra derogada por la LEY 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad ).
- REAL DECRETO-LEY 11/2005, de 22 de julio, por el que se aprueban medidas urgentes en materia de incendios forestales.
- LEY 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- MARTÍN, J. (2005) *Los mapas del tiempo*. Barcelona. 219pp.
- MOLINA, D.; BLANCO, J.; GALÁN, M.; POUS, E.; GARCÍA, JB. y GARCÍA, D. (2009) *Incendios Forestales: Fundamentos, Lecciones Aprendidas y Retos de Futuro*. Granada. 256pp.
- NARANJO, A. (1995) Evolución del paisaje vegetal en la Cumbre Central de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria. 206pp.
- ORDEN de 22 de abril de 2009, por la que se modifica la Orden de 5 de agosto de 2005, que declara las zonas de alto riesgo de incendios forestales de Canarias
- ORDEN de 17 de diciembre de 2008, por la que se modifica la Orden de 5 de agosto de 2005, que declara las zonas de alto riesgo de incendios forestales de Canarias
- ORDEN de 9 de octubre de 2008, por la que se modifica la Orden de 5 de agosto de 2005, que declara las zonas de alto riesgo de incendios forestales de Canarias
- ORDEN de 23 de mayo de 2008, por la que se modifica la Orden de 5 de agosto de 2005, que declara las zonas de alto riesgo de incendios forestales de Canarias
- ORDEN de 5 de agosto de 2005, por la que se declaran las zonas de alto riesgo de incendios forestales de Canarias
- ORDENES por las que se declara las zonas de alto riesgo de incendios forestales de Canarias.
- ORDEN de 1 de diciembre de 2004, por la que se desarrolla el procedimiento de coordinación operativa en materia de atención de emergencias por incendios forestales.
- ROTHERMEL, R.C. (1983) How to predict the spread and intensity of forest and range fires. USA.
- VEIRS, S.D. (1985) Coast redwood fire ecology and prescribed fire management. California-USA.
- VÉLEZ, R. (2009) *La Defensa Contra Incendios Forestales: Fundamentos y Experiencias*. Madrid. 1400pp.



# Historia de los aprovechamientos forestales

María de las Mercedes García Rodríguez

## 1. Introducción

Por aprovechamiento forestal se entiende la técnica de extracción de aquellos pies del monte que han alcanzado su madurez, en un número que sea compatible con la continuidad y mejora de la masa arbórea y su entrega en el centro de consumo (Prontuario Forestal, 2005). Esta definición se refiere al aprovechamiento forestal de madera y leñas que finaliza con el transporte hasta la industria forestal o lugar de almacenamiento.

Los aprovechamientos forestales recogen no sólo aquellos de madera y leñas sino cualquier extracción de animales o plantas de las zonas naturales, como son el aprovechamiento apícola (miel y otros productos apícolas), resinero (también se denomina miera, brea o pez), los frutos de especies forestales como la castaña, la recogida de setas y los hongos (recursos micológicos), ramón y pastos, caza y pesca, plantas aromáticas y medicinales,..., es decir, todos aquellos productos que se extraen del monte y son renovables si se realiza esta extracción de forma sostenible, yendo así de la mano de la conservación de la naturaleza.

La característica principal de los aprovechamientos forestales es que los recursos sobre los que actúa no sólo se conservan si no que se incrementan para obtener un mayor rendimiento. Esto conlleva una mejora natural a la par que económica, siempre y cuando se lleven a cabo correctamente. Actualmente hay diferentes tipos

de sellos que certifican el uso sostenible de los montes como son FSC y PEFC y que se desarrolla en el capítulo de *Aprovechamientos Energéticos*.

La biomasa forestal también es un aprovechamiento forestal que debido a su importancia requiere capítulo aparte, *bosques y energía*; aquí tan sólo se darán algunas pinceladas debido a su importancia actual, tanto desde un punto de vista económico como ecológico y social.

Como aprovechamiento forestal podría considerarse el del agua, o más bien los recursos hídricos, puesto que en las Islas Canarias debido a la naturaleza del sustrato, a su climatología (sus vientos alisios y mar de nubes) y a la existencia de vegetación, se produce la lluvia horizontal y con ello la recarga de los acuíferos. Esto ha producido su aprovechamiento mediante pozos y galerías, de vital importancia para la supervivencia de los habitantes de Canarias, y por tanto también requiere de capítulo aparte: *aprovechamientos hídricos*.

En un sentido más amplio, el aprovechamiento recreativo del monte se puede incluir bajo el concepto aprovechamiento forestal, y así también es considerado por numerosos autores. Actualmente y en la sociedad en la que vivimos podría valorarse como uno de los más importantes, si bien no conlleva un rendimiento económico directo, y quizás sería más correcto hablar de servicio, función o beneficio ambiental.

No se puede olvidar el aprovechamiento de los montes como fijadores del CO<sub>2</sub> atmosférico. Desde el protocolo de Kyoto, se está tratando en todos los foros sobre cambio climático el mercado de contrapartidas de las emisiones de carbono basadas en la actividad forestal. Cabe destacar la posibilidad de realizar una contraprestación a los países en vías de desarrollo por el valor del carbono almacenado en sus bosques mediante mecanismos REDD+ con el fin de evitar la deforestación, aportando un valor a las masas en pie. También se están desarrollando actualmente mecanismos de compensación de carbono en empresas y países, llegando algunos a ser muy populares; como por ejemplo, la posibilidad que ofrecen al pasajero determinadas compañías aéreas para compensar el CO<sub>2</sub> mediante una tarifa adicional que se destina a diferentes actividades compensatorias. Entre estos mecanismos se encuentran diferentes proyectos y acciones forestales, de entre las que destacan las actividades relacionadas con la repoblación y la reforestación.

Aunque el mercado de contrapartidas de las emisiones de carbono basadas en la actividad forestal depende todavía de decisiones políticas, es posible conseguir una importante inversión de capital en el sector forestal. Para ello, los especialistas fores-

tales deben conocer mejor los mercados del carbono y los mecanismos de las transacciones de los créditos, así como la manera en que este nuevo producto afectará a las prácticas de ordenación (Moura-Costa, 2011).

Señalar que el Plan Forestal español otorga a los bosques canarios una capacidad de almacenamiento de 3,4 millones de toneladas de carbono (9,4 millones de metros cúbicos).

Como resumen de todo lo recogido anteriormente se incluye la definición de aprovechamiento forestal:

**Aprovechamientos forestales:** los maderables y leñosos, incluida la biomasa forestal, los de corcho, pastos, caza, frutos, hongos, plantas aromáticas y medicinales, productos apícolas y los demás **productos y servicios con valor de mercado característicos de los montes.** Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, artículo 6, punto i.

Una de las conclusiones recogidas en el Foro Global Territorios y Sostenibilidad año 2011, Año Internacional de los Bosques, es que *los bosques aportan productos renovables cuyo aprovechamiento permite la fijación de la población rural y su desarrollo. Pero, además, ofrecen servicios ambientales de los que se beneficia toda la sociedad, por ejemplo: son una herramienta básica en la lucha contra el cambio climático, conservan más del 70% de la biodiversidad terrestre, evitan la erosión de la tierra fértil y son fundamentales en la producción de agua, entre otras cualidades.* Así pues la gestión sostenible de cualquier territorio pasa por la integración de las necesidades medioambientales, económicas y sociales.

Los aprovechamientos forestales son por tanto vertebradores de la economía de las poblaciones rurales y de aquellos que habitan en las ciudades y se benefician de sus servicios ambientales. *Uso múltiple del monte* es el término que más acertadamente recoge la variedad de productos y servicios que arroja nuestro medio no urbano ni agrícola.

## 2. Antecedentes

*La riqueza forestal de Canarias, agotada actualmente en relación con la exuberancia que mostrara cuando la conquista del Archipiélago, constituye, no obstante la expoliación a que en sucesivos lustros ha sido sometida por falta de tratamiento técnico, un importante venero que exportar, sin menoscabo de su conservación y aun favoreciendo su restauración...*

*Desde los remotos tiempos en que estas islas las cobijara el glorioso pendón de Castilla, hasta la no muy lejana fecha en que su deforestación adquirió términos de alarmante problema, la carencia de factor económico en la explotación forestal y el desconocimiento o inaplicación del método alguno de beneficio determinaron una depreciación tan grande para el capital vuelo, que las masas valiosas que entonces cubrían totalmente sus predios eran segadas sin sensible lucro aparente, para apoderarse del pobre suelo que las sustentaba incapaz más tarde de remunerar este suicida sacrificio con el cultivo agrícola a que se le quería someter (Ballester, 1920).*

Este apartado puede que coincida en gran medida con el capítulo de *evolución y conservación de los bosques en canarias*, pues ambos van de la mano, ya que el aprovechamiento forestal ha condicionado la evolución y conservación de las masas forestales.

Desde que el hombre existe ha usado el territorio para un beneficio personal extrayendo de él las materias y productos que necesita para su subsistencia y desarrollo.

Existe un punto de inflexión en el aprovechamiento del monte y en las modificaciones que se produjeron en las formaciones vegetales de las Islas y este hito es La Conquista que se llevó a cabo entre 1402 y 1496. La secuencia de conquista de las islas es la siguiente: Lanzarote, El Hierro y Fuerteventura (1402 - 1405), La Gomera (hacia 1450), posteriormente Gran Canaria (1478 - 1483), La Palma (1492 - 1493) y por último Tenerife (1494 - 1496). Es la colonización, por tanto, un punto y aparte en la forma de aprovechamiento de los montes al traer prácticas e industrias peninsulares a las islas.

## 2.1. Etapa aborígen

Los aborígenes limitaron el uso de los recursos vegetales forestales a la recogida de frutos, leña, madera con la que fabricaban armas y cayados -instrumentos lisos, o con un ensanchamiento en el tercio superior de la misma y su extremo inferior está provisto, en ocasiones, de un regatón de hueso (Jiménez *et al.*, 1980), además de aperos agrícolas rudimentarios y objetos para uso doméstico (recipientes de madera, peines, cucharas, etc.) y quizás en los claros se desarrollaba un cultivo precario de gramíneas.

El pastoreo aborígen pudo ejercer alguna presión sobre el sotobosque de los principales ecosistemas forestales, pero las áreas de pastos principales se encontraban (al menos en las islas occidentales) en dominio del matorral de costa y de cumbre por lo que esta afección sería solo marginal (García, 1989). El pastoreo aborígen afectó sobre todo al estrato herbáceo destacándose el consumo de las siguientes especies: *Sideritis canariensis* (chamorra), *Geranium canariensis* (geranio, pata de gallo) y *Urtica morifolia* (ortigón) entre otras, y posiblemente también el brezo y la faya

También, en una crónica antigua de Gran Canaria, se menciona que el guanarteme de Gáldar tenía su casa forrada de tablones de tea decorados con figuras geométricas coloreadas (<<http://www.vierayclavijo.org>> 2011).

Con grandes troncos de pino canario cuidadosamente trabajados construían canales para el agua “chajascos” (tablones funerarios para transportar los muertos) (<<http://www.vierayclavijo.org>> 2011). También encontramos parihuelas que son tablones perforados que servían de soporte al cadáver y que a su vez lo aislaban del suelo una vez efectuado su depósito en el recinto fúnebre. (Jiménez *et al.*, 1980).

Los aceites volátiles o aceite esencial de la madera de pino, desarrollados por éste para protegerse de los insectos y del fuego, y sus propiedades antisépticas o preservativas de la descomposición; fue intuita y aprovechada por los aborígenes canarios en la momificación de los cadáveres (Morales, 2003).

La corteza o “corcha”, junto con la resina, fue también utilizada para los embalsamamientos y para teñir pieles, mientras que las astillas de tea (fuertemente resinosas) eran usadas como “hachones” para alumbrarse. Incluso los diminutos piñones de pino canario parece ser que también formaba parte de la dieta de estos primitivos habitantes (<<http://www.vierayclavijo.org>> 2011).

Entre los frutos del monteverde consumidos se destacan: mocán, bicácaro, madroños, fayas, moras. Relevante fue el fruto del mocán, llamado yoya, y la miel derivada de él, el chacerquén.

Como en otras culturas los aborígenes usaban muchas de las especies vegetales con fines terapéuticos y rituales (brezo, faya, mocán, etc.).

Según las crónicas los aborígenes canarios emplearon la fibra vegetal de la palmera para la elaboración de múltiples y variados objetos sogas, redes, velas y embarcaciones, exvotos (Torriani), etc. (Murcia, 2002) y también comían las hojas tiernas (palmitos) y posiblemente también las támaras o dátiles.

La economía aborígen era fundamentalmente ganadera de subsistencia, y por tanto la afección a las masas vegetales era mínima y estarían próximas su desarrollo potencial.

## **2.2. Etapa colonial**

Es a partir de La Conquista cuando se produce un aprovechamiento forestal incontrolado que conduciría a su degradación y consiguiente cambio radical del paisaje, en el que tuvo un mayor peso en la estructura económica la agricultura, pero sin olvidar la ganadería que constituyó todavía una actividad muy importante en los primeros años de la colonización.

Aunque muchos aborígenes quedaron, bien como esclavos o libres, al cuidado de parte de los rebaños, se produjo, no obstante, un trastorno en la actividad pastoril y en la distribución de los antiguos campos de pastoreo. Además a la abundancia de los rebaños de los guanches arrebatados por el Adelantado y sus acompañantes en la empresa colonial, se sumó muy pronto la rápida proliferación en la isla de Tenerife del ganado mayor (vacuno y caballar).

La tala desconsiderada y sin método, los incendios provocados, el pastoreo intensivo ó los monocultivos fueron las muchas causas que alteraron y fragmentaron los montes sin que las ordenanzas existentes fueran suficientes para su conservación. Las causas profundas de tal deterioro fueron el aumento de la población, con la consiguiente avaricia de campos de cultivos, y la desaparición de los bosques termófilos de las zonas bajas, lo que impulsó a la población al aprovechamiento de los montes de medianía de laurisilva y fayal-brezal. Los ingenios de azúcar, los hogares

y la construcción de viviendas y barcos seguían necesitando madera, leña o carbón. Los incendios forestales, unas veces provocados otras fortuitos, restaron también muchas hectáreas al monte (Medina, 2011).

### 3. Aprovechamientos forestales en Canarias

*Hasta hace apenas medio siglo, la masa forestal de Gran Canaria era una despensa que cubría mediante multitud de oficios y procesos de explotación las necesidades de la sociedad insular. Madereros, carboneros, pinocheros, timoneros, resineros, ceniceros y productores de brea explotaban los montes para sobrevivir. Entonces ese paisaje era la finca del abuelo, la casa de los furtivos. Hoy es un bien natural, un decorado deshumanizado. (González, 2006)*

#### 3.1. Monteverde

Varias especies del monteverde se usaron en la construcción: el barbusano o “ébano de Canarias” (*Apollonias barbujana*), de madera dura y color oscuro fue muy apreciado para muebles, balcones, balaustres y escaleras; el viñatigo o “caoba de Canarias” (*Persea indica*) de madera con tonos rojizos, fue muy apreciado para trabajos finos de ebanistería, mientras que el til podía ser usado en carpintería después de secarse, pues de esa manera desaparecía el olor desagradable que la madera recién cortada desprendía (Peraza y López de Roma, 1967). También se usaba el acebiño (*Ilex canariensis*) pues era muy apreciado para ser pulida y el palo blanco (*Picconia excelsa*) por su madera muy dura y densa, empleado en carpintería por su carácter ornamental. Estas maderas no sólo se exportaron entre las distintas islas sino también a la Península y al extranjero. También fueron utilizadas para la construcción de aperos de labranza u otros útiles rurales. Por último mencionar al follao (*Viburnum rigidum*) que ha tenido una gran utilidad en la cestería.

La ganadería estabulada ha utilizado tanto la pinocha como la rama troceada de muchas especies de la laurisilva y del monteverde para cama de los animales y forraje.

La demanda de material forestal para su utilización como elementos de soporte en los cultivos agrícolas, obtenidos mediante talas o remates, realizados en la laurisilva



y en el fayal brezal, comenzaron con la introducción del cultivo de la vid, que en Tenerife ocurre en 1492. (Casanova, 2002).

### **3.2. Pinares**

Del pino se dice que, como de las palmeras, se aprovechaba todo. La corteza para teñir y hacer las boyas de las redes de pescar. Así, en la cuenca de Tirajana se llama boya y se cambiaba por pescado salado. La albura, cospi o cospe, la parte blanca que está tras la corteza, se utilizaba para hacer herramientas sometidas a vibraciones, dada su mayor elasticidad, como muebles y garrotes para el salto. La tea, el corazón del pino, se empleaba para vigas, balcones y demás elementos de construcción necesitados de resistencia y dureza. Es una madera más valorada para la carpintería. La pinocha se destinaba para hacer las camas del ganado, rellenar colchones y mezclarla con barro para fabricar tejados. Y las piñas servían de material combustible para la cocina y la leña para carbón. (González, 2006).

Además hay que añadir la producción de resina que se extraía produciendo un corte en el tronco. Esta se recogía en pequeños recipientes de cerámica y servía para barnices y pinturas.

#### **3.2.1. La tea**

Debido a sus excelentes características, por su belleza, facilidad de trabajarla, y la capacidad de mantenerse inalterada con el paso de los años, algo único entre los demás pinos peninsulares y mediterráneos, siendo “madera sólida, incorruptible, olorosa, algo bermeja y cargada de resina”, fue muy aprovechable para trabajos de carpintería y ebanistería (artesonados, techumbres, puertas, etc.) llegando incluso a exportarse a la Península, donde existen muchos edificios en los que se empleó esta preciosa madera.

El aprovechamiento de la madera se usó para la construcción de grandes casonas e iglesias, además de ingenios, molinos, lagares, viviendas, dornajos, balcones, barcos, muebles, carretas y aperos agrícolas, entre otros. La madera más preciada era la ateada, pero como no todos los árboles la producen, era preciso catarlos para probar su calidad y espesor. Por esta razón, es frecuente observar muchos pinos viejos con la base del tronco parcialmente excavada a golpes de hacha o “azuela”. Algunas

de estas cavidades, a menudo agrandadas tras los incendios, podrían albergar varias personas en su interior.

Por otra parte, desde el siglo XVII hasta mediados del XX tuvo gran auge la construcción naval en la isla de La Palma y, en menor medida, en Tenerife. Cuentan las crónicas que durante el reinado de Felipe II, algunos de los barcos de la Armada Invencible fueron construidos en estos astilleros con madera de pino canario.

Curioso resultan los relatos que aluden a pinos gigantescos, como el que sirvió para techar la Iglesia de Los Remedios en La Laguna, o la Ermita de San Benito, en la misma ciudad.

Otro uso fue el de tea prendida como antorchas para alumbrarse. (<<http://www.vierayclavijo.org>> 2011).

### **3.2.2. La pez**

Brea es el nombre que en la Isla se le da a la pez negra y sólida que se extrae de los pinos quemados en hogueras sobre hoyos dispuestos a propósito. (Viera y Clavijo, 1799).

“(…) cortan esos troncos (...) y en la tierra se hacen unos hornos o cuevas hondas, de los cuales sacan tierra con la que hacen unos compartimentos que llaman tendales, unos junto a otros como un tablero de ajedrez... que tienen sus aberturas por donde corre la pez que viene hirviendo derretida de los hornos en que se queman los troncos de tea, primero en un horno donde solamente se derrite y se llama alquitrán; y debajo está otra cueva en quadro tan grande que puede caber en ella todo lo que en la primera se derrite, después de bien quemada la tea, sin dejar tizón (...) estando el alquitrán inflamado en el primer horno, le destapan la tobera por debajo con un instrumento de madera, y corre a la segunda cueva u horno ( ...) en ese segundo horno le hacen el segundo cocimiento, en que están todo el día y una noche (...) después lo sacan por sus caños hechos en la tierra para ir a los tendales (...) de una casilla a otra (...) y no se saca de allí hasta el día siguiente, cuando está dispuesto para sacar los tendales. De un horno pueden salir 100 quintales de pez” Se decía que una carga con 1.600 kg producía de 200 a 240 kg de pez negra y lustrosa. (Frutuoso, 1964). Los tendales eran las molduras donde se enfriaba la pez. (Viña, 2006).

Ya que los trabajos se hacían en lugares apartados, la madera restante no se aprovechaba y se abandonaba para que se pudriera. El despilfarro de este método tan

primitivo preocupaba a las autoridades de Tenerife. Este procedimiento de fabricar pez mediante la tala de árboles se ilegalizó en algunas partes. En su mayoría, este tipo de restricciones eran inviables. Existía la alternativa de vaciar la médula de la parte inferior del tronco de un árbol en pie con un hacha. Esta técnica podía producir una o dos cargas de resina. Los pinos viejos dispersos por el bosque aún conservan recuerdos de aquellas prácticas (Parsons, 1985)

A la industria se conoce como peguería y al oficio pegueros y el uso de la pez o brea era fundamentalmente para calafatear barcos, es decir, se alquitranaba las costuras de forro de madera de las naves debido a sus propiedades impermeabilizantes. Existía demanda del producto no sólo para construcción y reparación de barcos, sino también para calafatear los acueductos de madera que conducían agua a través de distancias considerables hasta los campos de caña de azúcar. Igualmente ha sido usado para las acequias y los estanques de tea y tanques. También se utilizaba en las pipas de vino para su cierre hermético.

Los trabajos se concentraron en los mejores emplazamientos de pinos adultos, más arriba de Icod, en la costa noroccidental y en la parte más seca, a sotavento, de Tenerife. Ya desde 1500 estaba estrictamente prohibido cortar pinos para la obtención de pez en el distrito de Taora (Orotava); “porque son para los ingenios de azúcar”. Había menos producción de pez en Gran Canaria, La Palma y Hierro. Los archivos de Tenerife que se hallan en La Laguna contienen un registro casi continuo de ingresos del concejo procedentes de las fábricas de pez en Icod y en Agache (entre los actuales Güímar y Abona) hasta 1651, cuando termina el registro (Parsons, 1985)

Hay que señalar, por último, que la pez se utilizó para las úlceras de pulmón y “es resina deterativa, resolativa y desecativa propia para curar las mataduras de los caballos y la sarna de los carneros”. (Viera y Clavijo, 1799). En la actualidad algún derivado de la brea sigue teniendo uso farmacológico, como antipsoriásico tópico y otras alteraciones en la queratinización, usándose en forma de aceites para el cuero cabelludo o como jabón de brea (Viña, 2006).

### **3.2.3. La pinocha o pinillo**

Las pinochas, a veces mezcladas con brezos, retamas y helechos, constituyen la fuente de ingresos más importante de los bosques isleños. La costumbre popular de recoger del suelo las pinochas caídas está registrada ya a mediados del siglo XIX. Así, una relación de 1858 sugería que los administradores forestales de Tenerife deberían prohibir la extracción de pinochas secas para usarlas como fertilizante o

abono “porque se elimina la preciosa capa de humus y también muchas semillas no germinadas y retoños jóvenes, de los que depende el futuro del bosque” (Parsons, 1985). Hacia el final del siglo XIX las pinochas secas se usaban como material de embalaje de plátanos. También se usó para repeler pulgas o chinches de los hogares o alpendres.

El oficio de la persona que extrae pinocha de los montes es conocido con el nombre de *pinochero*.

Luis Ceballos y Francisco Ortuño escribieron en 1951 “En nuestros viajes a través de los pinares nos encontramos con muchas personas cada día, con fardos en la cabeza, que descienden de las cumbres por los caminos pedregosos. Son principalmente mujeres y niños que contribuyen con su grano de arena a la subsistencia de la familia”. La escasa remuneración de 5 a 10 pesetas que los recolectores cobraban por su única carga diaria patentizaba el alcance de su necesidad. Ceballos y Ortuño consideraban urgente la división de los pinares en distritos administrativos para que ciertas áreas forestales pudieran quedar en reposo y de este modo el suelo continuara recibiendo “las sustancias necesarias para su mantenimiento”. En los años siguientes esta sugerencia se recogió a través de un sistema de subastas instituidas bajo la supervisión del Servicio Forestal, más tarde del ICONA y actualmente el sistema sigue. El efecto de la retirada periódica de pinochas del suelo forestal continúa en debate (Parsons, 1985).

#### **4. El carbón vegetal**

El uso del carbón vegetal como fuente de energía a partir de su elaboración en carboneras u hornillas era frecuente hasta hace poco tiempo. El carboneo constituyó otra actividad económica complementaria para el campesinado. Compartir las tareas agrícolas con la recogida de leña, cisco y elaboración de carbón era una práctica habitual, que se incrementaba además de forma alarmante durante las épocas de crisis de subsistencia. En esos momentos se activaba un tráfico ilícito entre las islas que cambiaba carbón por trigo en las caletas y playas apartadas. La demanda de leña y carbón era especialmente intensa por parte de las islas orientales que carecían de zonas boscosas y padecían una escasez constante de estos productos.

También se promulgaron medidas para regular esta actividad, así en La Palma la ordenanza nº 41 establece “la necesidad de contar con licencias especiales para hacer carbón para el Soto” (Viña y Aznar, 1993).

La fabricación del carbón era mayoritariamente realizada sobre el monte verde aunque también se usaban para tal fin los pinos más viejos, los de más tea, que se talaban a golpe de hacha y, con el mismo procedimiento, se desgajaban y se eliminaba la capa exterior que se destinaba para fabricar carbón. (Viña, 2006).

## **5. La actividad apícola**

La presencia de abejas y consumo de miel y producción de cera es discutido por los diferentes historiadores durante la época aborigen pero la actividad apícola está bien documentada una vez finalizada la Conquista.

Es de gran relevancia económica y social en aquella época no sólo por la miel sino también por la cera con la que elaborar las velas y los cirios. Además ya era conocido su valor curativo para tratar problemas respiratorios y de la piel, entre otros. La miel forma parte de recetas y postres entre la que destaca el gofio amasado con miel y almendras o el bienmesabe de Tejeda.

Existe industria de la miel en cada una de las islas, salvo Fuerteventura y Lanzarote, ya que el cuidado de las abejas no ha prosperado debido a los fuertes vientos reinantes en aquellas islas durante los meses centrales del año (Glass, G. 1764)

Se destacan la miel de retamas del Teide y la miel herreña de tomillo de El Pinar. Existen escritos en los que aparece que esta actividad se fue imponiendo en Las Cañadas como consecuencia de las ordenanzas dictadas por el Concejo de la isla durante el siglo XVI (1508), que prohibían el establecimiento de colmenas cerca de las áreas de viñedo –distantes de las viñas y de las mocaneras, pues les dan estas flores mal color (Viera y Clavijo, 1799)-. Desde el siglo XVIII existe documentación del aprovechamiento en Las Cañadas de la intensa floración de la retama y del codeso (escrito no firmado referente al P.N. del Teide)

Las colmenas tradicionales son de panales fijos, también conocidos como corchos, y se construyen con troncos huecos de árboles (palmeras, pinos, mocanes y dragos principalmente) o con tablas formando prismas.

Estas colmenas se colocan verticalmente sobre el suelo que, si presenta irregularidades, previamente se acondiciona, usando muchas veces grandes lajas, denominados “asientos de colmenas” y en ocasiones protegidos por muros de piedra. La colocación de las colmenas en determinadas zonas ha sido el origen de muchos

topónimos locales: Montaña del Corchado, Montaña Colmenar, Asientos de Pedro Méndez, Estancia de la Cera...



**Figura 10.1;** Colmenas en cueva de Arico. Tenerife (Elaboración propia, 2006).

## **6. La actividad agroforestal**

Como exponente del aprovechamiento agroforestal se encuentra en nuestra historia El Sabinar de La Dehesa en la isla de El Hierro. Su población tuvo una economía de subsistencia agropastoril, pues desarrollaron pastizales, siendo motivo de la deforestación de la isla, y también extrajeron madera para diversos usos.

El resultado más evidente de la acción directa y sostenida del pastoreo lanar y cabrío, así como de otros aprovechamientos, fue una notable reducción de la superficie ocupada por el bosque.

De la misma forma el campesino de La Palma en los momentos más difíciles, no sólo recogía en el monte los productos forestales que necesitaba, sino que incluso llegó a cultivar papas y cereales en determinadas áreas del mismo y a extraer raíces de he-

lechos para hacer harina destinada a la elaboración de pan, como ocurrió incluso en la posguerra. Esto ha supuesto en la mayoría de los casos una sobreexplotación de las formaciones vegetales características de las medianías. También ha tenido una importante repercusión en las formaciones forestales la práctica del pastoreo, que en las islas de mayor relieve se ha caracterizado por una cierta trashumancia de las zonas bajas a las cumbres, en busca de pastos, según las estaciones. Esta actividad ganadera extensiva no sólo ha acentuado la erosión en las empinadas laderas de las islas, sino que ha impedido la correcta regeneración o incluso la reproducción del bosque en algunas zonas expuestas al sobrepastoreo, debido a que los animales comen o destruyen los pequeños brotes. Por otra parte, ha sido también una práctica frecuente entre los pastores de La Palma la de provocar incendios en el monte para facilitar el desarrollo de los pastos en las zonas total o parcialmente cubiertas por el arbolado, lo que ha restado igualmente muchas hectáreas al bosque (García y Febles, 2002).

Es costumbre local de La Palma dejar pinos dispersos en medio de los campos de patatas y de plantas forrajeras cultivadas, principalmente la tederá (*Psoralea bituminosa*) y el tagasaste<sup>1</sup> (un cultígen de *Cytisus proliferus*). Las ramas de estos pinos se podan cada tres o cuatro años. Después de secarse en el suelo, las ramas podadas y cualquier residuo de cultivo se queman, y las cenizas se utilizan para fertilizar los campos para preparar la nueva siembra. Aunque los troncos se ramifican libremente después de tal tratamiento, las ramas nunca alcanzan su despliegue horizontal debido a las sucesivas podas. (Parsons, 1985).



**Figura 10.2;** La Dehesa. El Hierro. (Campos, 2010)

---

<sup>1</sup> Actualmente el tagasaste es denominado *Chamaecytisus proliferus*



## 7. El palmeral

De todos es conocido el uso de las hojas de la palmera canaria, *Phoenix canariensis*, como escoba y en la cestería de palma, pero entre los aprovechamientos tradicionales de la palmera canaria se encuentran los siguientes:

- El tronco de la palmera canaria se utilizaba, después de una pequeña preparación como colmena para abejas.
- La hoja y las tamaras (dátiles, son comestibles pero al ser poco carnosos carecen de interés comercial) han sido requeridas como comida de los animales.
- Las hojas y ramas secas como materia orgánica para elaborar estiércol, y como combustible para los hogares de las casas tradicionales.
- Las ramas como elemento decorativo de ventorrillos, casas y calles durante las fiestas patronales.
- También se empleó el jarropón, estípites o entramado. Esta es una fibra de color canelo que forma una masa alrededor de la parte terminal del tronco, y que se utilizaba como recubrimiento interior de jardineras y helecheras, como medio para conservar la humedad, también fue empleado para el empaquetado de plátanos, etc.
- En las herrerías tradicionales ubicadas en el sur de Gran Canaria hemos detectado que el tronco de madera sobre el que descansa el yunque era de palmera canaria. Mientras en las herrerías del Norte se utilizaba madera de eucalipto.
- El palmito blanco entrelazado, confeccionado a través de una fina filigrana, también ha sido empleado no sólo para la confección de múltiples objetos de cestería, sino también para la elaboración del Ramo, que portan los feligreses en la procesiones del Domingo de Ramos.
- El pírgano o penco como mango o cabo de las escobas, y para elaborar cestas y cestos por los cesteros de pírgano. A lo largo de los siglos la demanda de cestas de pírgano y en concreto de los modelos conocidos como cesta pedrera, y yerbera ha sido muy abundante.



**Figura 10.3;** Palmera canaria, *Phoenix canariensis*, detalle de la chapa del tronco para evitar que suban las ratas dañando al ejemplar (Elaboración propia, 2006).

También sabemos que fue utilizada como material de construcción, como por ejemplo en el caso de las primeras casas de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria, etc. (Murcia, 2002). Hoy se pueden ver techumbres de casitas realizadas con sus hojas.

Otro aprovechamiento es el de la savia de las palmeras para elaborar vino o aguardiente con su fermentación, denominado también guarapo, o un jarabe tras su cocción conocido popularmente como miel de palma. Ambas son prácticas muy antiguas con siglos de tradición. Esta técnica permite extraer la savia de la palmera sin destruirla. El proceso consiste en cortar las pencas terminales, pero sin hacerlo con la de los lados, para no imposibilitar su desarrollo. La técnica de guarapeo se estuvo realizando en todas las islas del Archipiélago Canario, empleándose como edulcorante ante la escasez de azúcar, tal proceso fue olvidándose progresivamente hasta el punto de estar relegada su producción exclusivamente al norte de la isla de La Gomera.

La miel de palma de La Gomera tiene la mayoría de sus palmeras guaraperas en el triángulo entre el pueblo de Alojera y los caseríos de Epina y Tazo, aunque no son éstos los únicos lugares en los que se extrae el guarapo. Para acceder a la copa de la

palmera y raspar en el cogollo que previamente se ha despencado (eliminación de las hojas jóvenes de la palmera), donde mana la savia que fluye por el interior del tronco, se emplean rudimentarias escaleras de tablas o, lo más habitual, se escala apoyando manos y pies en unas estacas de sabina o brezo que se clavan cada 50 ó 60 centímetros. Pero había quien, antiguamente, subía apoyándose en los salientes del tronco, con una lata que colgaba de sus dientes por una cuerda. (Millares, 2005).

Los guaraperos dicen que es mejor el palmón que la palma para obtener mayor cantidad de guarapo (el palmón es la palmera que sólo echa varas y la palma, aquella que da fruto: tamaras o dátiles). (Millares, 2005). Aclarar que el palmón es el individuo macho y la palma es el individuo hembra.

## **8. El tarajal**

Los bosquetes de tarajal van a ser uno de los pocos lugares donde abastecerse de madera en la isla de Fuerteventura, si bien la madera de este árbol no destaca por su excesiva calidad es la materia prima para la elaboración de los aperos de labranza y como combustible.

Fueron sometidos a sobreexplotación, cuyo objeto era la exportación de maderas a la vecina isla de Lanzarote, donde los recursos forestales eran aún más escasos (Criado, 1991).

## **9. El bosque termófilo**

En la isla de Fuerteventura los acebuches y almácigos sufrieron una fuerte demanda de forrajes y material de construcción hasta que ambas formaciones debieron de desaparecer casi por completo a principios del siglo XVIII. (Criado, 1991).

En las islas occidentales la formación de bosque termófilo se ha visto muy mermada ya que en las altitudes donde se desarrolla fueron ocupadas por tierras de labranza.

## 10. El cedro canario

El cedro canario, *Juniperus cedrus*, posee una madera muy olorosa, muy apreciada y que también sufre un enteamiento muy valorado.

Es tradicional que de padres a hijos se transmitan las famosas cajas de cedro, que conservan el aroma durante muchos años (Jordán de Urríes, 2003).

## 11. La actividad cinegética

La caza ha sido una actividad que ha generado fuente de alimento desde la época aborigen y que se ha realizado en todas nuestras islas fundamentalmente por la población rural.

La modalidad de caza tradicional por excelencia en las Islas Canarias es el uso del podenco canario y el hurón. Se viene practicando en las Islas Canarias desde tiempo inmemorial y se ha mantenido intacta desde la actualidad en su más puro estilo tradicional. El hurón tiene como misión desalojar al conejo de su madriguera. Por otro lado, es preciso localizar el agujero en el que se encuentra el conejo y para ello el podenco canario constituye el instrumento más idóneo. Este sistema de caza combinado podenco - hurón constituye un método eficaz para el control de las poblaciones de conejo, que no tienen en Canarias otros predadores naturales evitando así el consiguiente daño a la agricultura canaria, (<http://antoniosanchezmartin.galeon.com/tradicionales.htm> 2011).

Muy probablemente su introducción se debe a los colonos llegados a las islas que trajeron junto con sus perros. Esos perros son los podencos canarios. También hay defensores que mantienen de que éstos son sucesores de las razas que se encontraban a la llegada de los conquistadores, como son el bardino majorero y el pastor garafiano, (López, 2008).

Otra especie introducida para su caza es la perdiz moruna (*Alectoris barbara*). Fue todo un éxito su introducción en Canarias, donde ocupa extensas áreas de Lanzarote, Fuerteventura, Tenerife, La Palma, La Gomera y El Hierro, aunque de forma irregular según las islas. Los islotes como La Alegranza y La Graciosa también cuentan con poblaciones de perdiz moruna. En Gran Canaria la perdiz moruna es sustituida por la perdiz común.

Entre las especies de caza mayor introducidas destacan el arruí (*Ammotragus lervia*) en La Palma y el muflón (*Ovis orientalis musimon*) en Tenerife. Arruí o arrui fui introducido en La Palma como un recurso de caza mayor y está produciendo graves consecuencias sobre vegetación endémica del Parque Nacional de La Caldera de Taburiente, al igual que lo que sucede con el muflón en el P.N. del Teide.



**Figura 10.4;** Muflón (*Ovis orientalis musimon*), macho joven de dos años y medio-tres en el interior del P. N. del Teide durante la campaña de seguimiento de población en la primavera 2010 (Promotor: P.Nac. del Teide; Autor: Agresta S. Coop. 2010).

Una especie que se ha visto amenazada por su caza es la pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*) por captura directa en las huras de pollos y adultos.

Agradecimiento especial a Pedro Pablo Ranz Vega y a Jorge Naranjo Borges por la corrección del texto.

## **Anexo I. Expresiones condenadas al cajón del olvido**

**Ajecho.** Cuando un corte de madera o leña se hace sin dejar restos se dice que va ajecho.

**Cagajones.** Excrementos de burro, mulo o caballo que se usan como abono o combustible para encender o transportar el fuego.

**Charamusco.** Pedazos pequeños de palos o hierbas secas que sirven para encender el fuego.

**Empalambrao.** Cuando ha prendido el fuego de una hoyo u hoguera se dice que está empalambrao.

**Entaliscarse.** Subirse a una talisca, risco o lugar de difícil acceso (para evitar a la Guardia Civil).

**Jace.** Haz de monte, leña, pinocha o forraje.

**Pilón.** Hueco que se excava en el tronco del pino para recoger la resina que baja por él.

**Remua.** Sistema de acarreo de dos cargas por una sola persona. Se avanza con una, se deja en un punto y se vuelve a por la otra. Y así sucesivamente.

**Timón.** Tronco de pino destinado a la confección de arados para tareas agrícolas.

**Variador.** Persona especializada en subir a los pinos y extraer la piña para su uso reproductor.

Tomadas de González Navarro, J.A., 2006 Los Oficios del Bosque. Una visión antropológica del aprovechamiento forestal en Gran Canaria en la primera mitad del siglo XX. FEDAC.

### **Bibliografía consultada y referencias.**

ARBELO GARCÍA, A. (2004). La ganadería en Tenerife durante el siglo XVIII: aproximación a su estudio. *El Pajar*, 18:24-31.

ASCAN, Asociación Canaria para defensa de la naturaleza (Fecha desconocida) [web en línea]. *La cultura perdida de los oficios del bosque*. Disponible en Web: <<http://ascan1970.blogia.com/2006/062702-la-cultura-perdida-de-los-oficios-del-bosque.php>> [Consulta: 23 de mayo de 2011].

ASOCIACIÓN CANARIA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS “Viera y Clavijo” (Fecha desconocida) [web en línea]. *El Pino Canario*. Disponible en Web: <[http://www.vierayclavijo.org/html/paginas/cursos/cursos\\_2006/0609\\_vilaflor/vf\\_07.html](http://www.vierayclavijo.org/html/paginas/cursos/cursos_2006/0609_vilaflor/vf_07.html)> [Consulta: 23 de mayo de 2011].

BELMONTE, J.A. y SANZ DE LARA, M. (2001). *El cielo de los magos*. La Marea. La Laguna.

BERTHELOT, S. y BARKER WEBB, P. (1839). *Histoire Naturelle des Illes Canaries*. París, pp.134, 156-157.

- BETANCOR QUINTANA, G. (2002). Los canarios en la formación de la moderna sociedad tinerfeña. Integración y aculturación de los indígenas de Gran Canaria (1496-1525). Ediciones del Cabildo de Gran Canaria.
- BETHENCOURT MASSIEU, A. (Ed) (1995): *Historia de Canarias*. Ediciones del Cabildo Insular de Gran Canaria.
- BALLESTER A. (1920). *Industrialización de la riqueza forestal de Canarias*. Revista de Montes, nº 1.046, pp. 553-565.
- CEBALLOS, L y ORTUÑO, F. (1951). *Estudio económico y selvícola de los pinares de Canarias. Reconstrucción de los pinares de Canarias*. Capítulo del libro Vegetación y flora forestal de las Canarias Occidentales. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Ministerio de Agricultura. Madrid, pp. 182-202.
- CRiado HERNÁNDEZ, C. (1991) La evolución del paisaje de Fuerteventura a partir de fuentes escritas (siglos XV-XIX), pp 251-255.
- DÍAZ ALAYÓN, C. (1991). *Canarismos del campo léxico de la ganadería*. Revista de Filología, Secretariado de Publicaciones, 10. Universidad de La Laguna.
- FRUTUOSO, G. (1964). *Las Islas Canarias "de saudade da terra"*. S/C de Tenerife, La Laguna. 126 pp.
- GALVAN ALONSO, D. (1993). Los inicios de la deforestación de la isla de Tenerife y las ordenanzas del Cabildo sobre la madera (1497-1532). Secretariado de publicaciones de la Universidad de la Laguna. pag. 373-389
- GARCÍA MORALES, M. (1989). La incidencia humana en los ecosistemas forestales de Tenerife: de la Prehistoria a la conquista castellana. Anuario de Estudios Atlánticos, pp. 457-472.
- GARCÍA MORALES, M. (1989). *El bosque de Laurisilva en la economía guanche*. Aula de cultura de Tenerife. Museo Arqueológico de Tenerife nº 12. Cabildo Insular de Tenerife. 111 pp.
- GARCÍA RODRÍGUEZ J.L. y FEBLES RAMÍREZ M.F. (2002). *El aprovechamiento agroganadero del Monteverde en la isla de La Palma (Canarias)*. Boletín de la A.G.E. Nº33, pp. 7-22.
- GLASS, G. (1982). *Descripción de las Islas Canarias. 1764*. Instituto de Estudios Canarios, La Laguna, pp. 83-88
- GONZÁLEZ NAVARRO, J.A. (2006). Los Oficios del Bosque. Una visión antropológica del aprovechamiento forestal en Gran Canaria en la primera mitad del siglo XX. Fundación para la Etnografía y el Desarrollo de la Artesanía Canaria, FEDAC, Organismo Autónomo del Cabildo de Gran Canaria. 432 pp.
- JIMENEZ, M.C.; TEJERA, A.M. y LORENZO, M. (1973). *Carta arqueológica de Tenerife*. Aula de Cultura de Tenerife. 59 pp.
- JORDÁN DE URRÍES ARIETA, F. (2003). *Observaciones sobre el crecimiento y la regeneración natural en repoblaciones de J.cedrus de Canarias*. Actas de la III reunión sobre regeneración natural y IV Reunión sobre ordenación de montes. Cuaderno de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, nº 15.
- Ley 10/2006, de 28 de abril, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes (BOE núm. 102, de 28-04-2006, pp. 16.830-16.839).
- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes (BOE núm. 280, de 22-11-2003, pp. 41.422-41.442).
- LORENZO PERERA, M. (1983). *¿Qué fue de los alzados guanches?* Secretariado de Publicaciones de la Universidad de La Laguna. La Laguna.
- LORENZO PERERA, M. (1988). La tradición oral en Canarias. Cabildo Insular de Tenerife. Santa Cruz de Tenerife.
- LORENZO PERERA, M. (1990). *Datos para el estudio del pastoreo de Las Cañadas del Teide*. En "Homenaje al Profesor Dr. Telesforo Bravo". Tomo II, pp.301-335 Universidad de La Laguna.
- MEDINA FERNÁNDEZ, S. (2011). Caracterización y propuesta de tratamientos selvícolas para las masas de monteverde de la comarca de Acentejo y el municipio de La Orotava (provincia de Santa Cruz de Tenerife). Proyecto fin de carrera de I.T. Forestal. Universidad Politécnica de Madrid.



- MILLARES, Y. (2005) *Palmas de guarapo y `miel´* [en línea]. Ruta Archipiélago nº 15 Disponible en Web:<<http://www.pellagofio.com/?q=node/370>> [Consulta: 23 de mayo de 2011]
- MORALES MATEOS, J. (2003) *De textos y semillas. Una aproximación etnobotánica a la prehistoria de Canarias*. Colección Viera y Clavijo, nº 21. El Museo Canario. 249 pp.
- MOURA-COSTA, P. (2011). *La Convención sobre el clima y el mercado de contrapartidas de las emisiones de carbono basadas en las actividades forestales* [en línea]. Departamento de montes de la FAO. Disponible en Web:<<http://www.fao.org/docrep/003/y1237s/y1237s07.htm>> [Consulta: 23 de mayo de 2011]
- MURCIA SUÁREZ, M. (2002). *Usos Tradicionales de la Palmera Canaria* [en línea]. Fundación para la Etnografía y Desarrollo de la Artesanía Canaria. Cabildo de Gran Canaria. Disponible en Web:<<http://www.fedac.org/mve/docs/palm.pdf>> [Consulta: 23 de mayo de 2011]
- MARTÍN HERNÁNDEZ, U. y LORENZO PERERA, M. (2005). Los Colmeneros. Historia y tradición de la apicultura en Tenerife (Estudio histórico y etnográfico). Casa de la Miel. Cabildo de Tenerife.
- MÉNDEZ PÉREZ, T. (2000). Antecedentes históricos del Teide y Las Cañadas. La Orotava.
- NÚÑEZ PESTANA, J R. (1991). *La economía agraria*. En Historia de Canarias, vol. III. Gobierno de Canarias, pp.317-332.
- NUÑEZ PESTANA, J.R. (1991). *La sociedad: Las clases privilegiadas y el campesinado*. En Historia de Canarias, vol. III. Gobierno de Canarias, pp 281-300.
- NÚÑEZ PESTANO, J.R. y ARNAY DE LA ROSA, M. (2003): *Estudio Histórico del Camino Real de Chasna*. Ministerio de Medio Ambiente.
- PARSONS J.J. (1985): Influencias humanas en los bosques de pino y laurel de las islas Canarias. Documents d'Anàlisi Geogràfica, 7, pp. 149-173.
- PERAZA C., LÓPEZ DE ROMA, A. (1967). *Estudio de las principales maderas de Canarias*. Ministerio de Agricultura. Madrid, 220 pp.
- PÉREZ VIDAL, J. (1963): *La ganadería canaria. Notas histórico-etnográficas*. Anuario de estudios Atlánticos 9, pp. 237-286.
- PRONTUARIO FORESTAL (2005). *Tratamientos y Aprovechamientos Forestales*. Modulo XVI. Colegio de Ingenieros de Montes. 55 pp.
- SÁNCHEZ MARTÍN, A. *Caza y conservación* [en línea]. Disponible en Web:<<http://antoniosanchezmartin.galeon.com/tradicionales.htm>> [Consulta: 23 de mayo de 2011]
- SABATÉ BEL, .F. (2004): Contribución al estudio de la práctica del pastoreo en Las Cañadas, por los cabreros del sur de Tenerife (1875-1950) El Pajar, 18, pp. 53-61.
- SUÁREZ ACOSTA, J.; RODRÍGUEZ F. y QUINTERO PADRÓN, C.C. (1988). *Conquista y colonización*. Centro de la Cultura Canaria.
- VIERA Y CLAVIJO, J. (1799). *Diccionario de Historia Natural*. Real Sociedad Económica de Amigos del País de Gran Canaria. 734 pp.
- VIERA Y CLAVIJO, J. (2004) (1865): *Diccionario de Historia Natural de las Islas Canarias*. Estudio introductorio de Victoria Galván González, prólogo de José de Viera y Clavijo, actualización de terminología científica Wilfredo Wildpret de la Torre, Alberto Brito Hernández y Juan Antonio Lorenzo Gutiérrez. Nivaria Ediciones, MMV
- VIÑA BRITO A. Y AZNAR VALLEJO, E. (1993). *Las Ordenanzas del Concejo de La Palma*. S/C de La Palma. Ordenanza nº 41.
- VIÑA BRITO A. (2006). *Usos forestales históricos: El ejemplo de la pez en la isla de La Palma*. Comunicación del Congreso de La Macaronesia. La Palma, 141-143 pp.



# Aprovechamientos forestales en épocas recientes

María de las Mercedes García Rodríguez

## 1. Introducción

*Los oficios ya desaparecidos de nuestros montes y pinares (carboneros, aserradores, resineros, timoneros, leñadores...), las arquitecturas en desuso (hoyas carbonera, hornos de brea, refugios...) y las formas de vidas en un espacio que ayer fue un bosque habitado, humanizado, distinto al del concepto de espacio natural que del mismo hoy tenemos. (González, 2006)*

Los aprovechamientos tradicionales que perduran hasta el día de hoy se relatan en las siguientes líneas:

Los aprovechamientos forestales que subsisten en la actualidad en La Palma son herencia del sistema agrario tradicional, basado en el uso integrado de los recursos del territorio, para cubrir las necesidades de madera, leña, cama y alimento para el ganado de la población local, de las explotaciones agroganaderas familiares, de la agricultura de autoconsumo de las medianías de las islas de relieve, pero también para cubrir las necesidades de tutores agrícolas de los cultivos de plátanos (estacones y estaquillas, en el lenguaje local), tomates (varas), tabaco (cujes) y viña (horquetas)....

En las últimas décadas se ha incrementado el uso de productos tradicionales como la leña para las chimeneas y el carbón para las barbacoas.

En consecuencia, los aprovechamientos del monte verde subsisten en la actualidad, en parte gracias a las necesidades de materia orgánica de la agricultura platanera, sólo parcialmente cubiertas, y la reposición de algunos tutores en dicho cultivo y en la viña. (García y Flebes, 2002)

Esta disminución del aprovechamiento forestal puede ser debida a dos causas: por un lado a la falta de demanda y por otro a la limitación de aprovechamiento que se ha incluido en instrumentos normativos de Espacios Naturales Protegidos o en los Planes de Ordenación del Territorio de las diferentes islas. Se transcriben algunos de los razonamientos recogidos en la monografía nº 46 del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza de título, *La laurisilva. Estudios sobre conservación forestal*, Velázquez Padrón *et al.* (1985), y que aún pasados los años resume la situación actual en la que para muchos sectores de la población, “*aprovechar se ha convertido en el antagonismo de conservar*”.

*a)...Pensamos que una de las misiones de los científicos actuales y futuros es concienciar al resto de los hombres de que somos una parte de lo que denominamos naturaleza y que sin ella no podríamos sobrevivir.*

*b) Podría surgir también la idea que todo lo que no está especialmente protegido puede ser aprovechado brutalmente o alterado sin ningún miramiento.*

*c) Sería en muchos casos condenar a ecosistemas o a poblaciones concretas a la muerte. Se intenta fijar algo (se refiere a la protección de espacios naturales con límites determinados) que es dinámico, que está vivo. Queremos que los bosques y sus poblaciones se mantengan inmutables en el tiempo, cuando la existencia de los bosques sólo se explica bajo una serie de ciclos naturales.*

*d) Es un hecho incuestionable que existe una gran demanda de madera en nuestra sociedad. Desde el papel sobre el que están escritas estas líneas hasta el carbón vegetal provienen del bosque. No podemos pretender que en otros lugares del mundo se talen los bosques para conservar nosotros “vírgenes” nuestras masas. El aprovechar racionalmente el bosque no va contra su propia existencia. La sociedad debe de asumir esa necesidad de madera e intentar buscarla lo más cerca posible.*

*Bajo estos puntos de vista; nuestra opinión va claramente a favor de un proteccionismo dinámico: Este lo entendemos como el aprovechar selvícolamente las masas forestales,...*

*Comprendemos bajo aprovechar selvícolamente todo aquel tipo de aprovechamiento que asegure la permanencia indefinida y en perfecto estado de cualquier masa boscosa. En este sentido confiamos plenamente en los distintos sistemas selvícolas que se han desarrollado mundialmente. Estos sistemas son el resultado de muchos siglos de experiencias e investigaciones para aprovechar con el menor gasto posible y con la menor repercusión en el medio los recursos naturales.*

Mediante las diferentes leyes de montes el Estado ha regulado la forma de hacer los aprovechamientos para que estos se realicen con la premisa de la conservación. Actualmente la Ley 43/2003 de Montes, establece que se configuran como instrumentos de planificación forestal los Planes de Ordenación de los Recursos Forestales (PORF) de ámbito comarcal integrados en el marco de la ordenación del territorio, con lo que la planificación y gestión forestales se conectan con el decisivo ámbito de la ordenación territorial. Por lo que respecta a los aprovechamientos forestales, la ley incide en la importancia de que los montes cuenten con su correspondiente instrumento de gestión, de tal manera que para montes ordenados o, en su caso, incluidos en el ámbito de aplicación de un PORF, la Administración se limitará a comprobar que el aprovechamiento propuesto es conforme con las previsiones de dicho instrumento. (Ver en el anexo I el desarrollo respecto a los aprovechamientos forestales de esta Ley).

El primer Plan Forestal de Canarias aprobado en el año 1999 y con una vigencia prevista de 28 años, es un instrumento de planificación que establece las directrices necesarias para la correcta gestión de los recursos forestales en las siete islas (Naranjo *et al.*, 1999).

El programa de ordenación, silvicultura y aprovechamientos forestales del Plan Forestal de Canarias se encarga principalmente de proporcionar las directrices necesarias para el adecuado tratamiento de nuestras masas forestales. Para lograr definir y aplicar dichos tratamientos se introduce, a través de la ordenación, una nueva herramienta planificadora en Canarias, herramienta que se denomina “Plan Técnico de Gestión” (Naranjo *et al.*, 1999). Por tanto está en consonancia con lo recogido en la Ley de Montes, si bien se denomina de forma diferente.

Para asegurar el uso sostenible del monte, el Programa se preocupa especialmente por el mantenimiento de los aprovechamientos tradicionales, proponiendo su ordenación y revisión a través de los denominados “Planes Técnicos de Aprovechamiento” (Naranjo *et al.*, 1999). Dentro del propio Plan Forestal, en los objetivos de carácter social, se establece el *mantenimiento ordenado de los aprovechamientos tradicionales del monte y el fomento de la aceptación social de los tratamientos selvícolas como herramienta de mejora y defensa de las masas forestales*, entre otros.

La potenciación del carboneo, la recuperación de pequeños aprovechamientos con carácter artesanal, la regulación en la recolección de setas y hongos, el aprovechamiento de especies no autóctonas, pero locales, cuyos frutos actualmente se importan, la promoción de árboles de ornamento para épocas navideñas, la elaboración de Catálogos de Árboles Singulares, la publicación de información y la promoción de una eco-certificación para nuestros productos forestales son otros de los múltiples aspectos recogidos en este programa (Naranjo *et al.*, 1999).

El Primer Programa de Desarrollo del Plan Forestal tuvo un periodo de ejecución del 2000 al 2006, sin que se haya publicado una evaluación final del mismo y un Segundo Programa que continúe el desarrollo del Plan Forestal.

Durante la vigencia del Primer Programa se comenzó a elaborar la herramienta con la que realizar la ordenación territorial de nuestros montes, las Directrices de Ordenación de los Recursos Forestales de Canarias. Si bien en junio del 2005 se publicó el Avance, la tramitación no ha continuado. (Se remite a la lectura del mismo, específicamente al apartado 2.6 del documento anterior, donde se tratan los aprovechamientos: [http://www.gobcan.es/cmayot/servlet/ViewDocu?id\\_documento=1981&id\\_pagina=1](http://www.gobcan.es/cmayot/servlet/ViewDocu?id_documento=1981&id_pagina=1)).

Algunos de los puntos recogidos en el Plan Forestal de Canarias son:

- En la actualidad no existe ningún monte en Canarias con Proyecto de Ordenación en marcha. En la isla de La Palma se realizaron cuatro Proyectos de Ordenación, tres en pinar y uno en monte verde, mas las correspondientes revisiones de sus planes especiales nunca se realizaron. En Tenerife existen algunos Anteproyectos de Ordenación en pinar (inventarios forestales y planes dasocráticos en los montes de San Juan de la Rambla, La Guancha, Icod y Garachico).
- La mayor parte de los trabajos de mejora de masas artificiales son financiados por la administración pública, si bien en los montes públicos, si de las cortas

resultan productos comercializables, se subastan en beneficio de la entidad propietaria.

- Los trabajos se contratan a un reducido número de empresas, normalmente públicas, por periodos de varios meses. El número de empresas privadas que pueden realizar estas tareas es actualmente escaso.
- La maquinaria empleada en los trabajos de mejora de masas artificiales son normalmente motosierras y winches, a excepción de casos puntuales donde además se han empleado autocargadores forestales o skidder acoplado a tractor.
- En el Hierro la respuesta espontánea del tagasaste, ocupando el sotobosque del pinar de insigne aclarado (Chamuscadas, 1996-97), ha dado lugar a un interesante modelo muy compatible con la actividad ganadera, contribuyendo tanto al desarrollo rural de la comarca, como al aumento de la biodiversidad del lugar.



**Figura 11.1;** Autocargador, izq. y skidder con cabestrantes, derecha, en tratamientos selvícolas en la finca del Estado de Los Realejos, Tenerife. (Promotor: P.Nac. del Teide; Autor: Agresta, 2009).

## 2. Los conocimientos de los ingenieros respecto a los aprovechamientos

Se recogen a continuación algunos estudios desarrollados por profesionales del sector:

El primer estudio encontrado al respecto es del Ingeniero del Distrito Forestal de Santa Cruz de Tenerife, D. Arturo Ballester, en 1920 acerca de la *Industrialización de la riqueza forestal de Canarias*. En éste se realiza un análisis sobre la viabilidad de creación de una industria de resina del pino indígena.

Se extrae del artículo que fue el Ingeniero Ballester quién estableció las guías de transporte (hoy se conocen como *conduces*) como medida para evitar los abusos.

Esta industria surgió ante la no viabilidad económica de realizarla sobre la madera debido a que los costes serían más elevados que los foráneos. La resinación no había sido estudiada hasta entonces. Para ello primero en laboratorio y luego mediante ensayos en rodales experimenta para conseguir los objetivos: determinar su precio aproximado, deducir los valores unitarios y fijar las condiciones técnicas de su práctica. Se conseguiría una rápida mejora del estado de las masas y una renta no escasa y segura pues al ser implantado desapareció el pastoreo fraudulento, necesario para la regeneración natural, y los incendios.

La resina en cantidad se podía comparar con la del *Pinus pinaster*, como promedio 2 kg por pie y campaña en pies superiores de 40 cm de diámetro y en la región sur supera los 3 kg. La campaña se realiza de abril a noviembre obteniendo el máximo de producción en agosto y la máxima calidad en octubre. Existen 200 días de campaña y puede llegarse a 3.000 pinos por cuadrilla (compuesta por resinero, remasador, y muchacho ayudante). La resina es un 20% más cara que la de la península pero preparada para embarque, compensando el transporte en la península desde origen hasta el puerto.

La industria se debería localizar en un emplazamiento próximo al mar, utilizando el agua para la condensación y debería ser única.

Se comprometía el éxito del negocio por el problema del arrastre de los productos y la instalación de vías aéreas.



En 1951 los ingenieros Ceballos y Ortuño en el *Estudio económico y selvícola de los pinares de Canarias. Reconstrucción de los pinares de Canarias*, extraen ya una serie de conclusiones en al ámbito del aprovechamiento forestal:

Desde el punto de vista económico los pinares tienen una reducida importancia por diversos factores:

- Son masas protectoras (áridas vertientes meridionales, alturas del clima sub-alpino)
- En general se encuentran en lugares apartados de las vías de comunicación y de los centros de explotación
- Suelen presentar daños por pastoreo de cabras e incendios provocados
- No existen apenas industrias forestales y explotaciones organizadas
- Condición de *puerto franco*: no pueden competir las mercancías extranjeras en precio con los productos propios
- Podrían constituir importante fuente de riqueza en el óptimo de su zona, con la repoblación natural asegurada.
- Para controlar el comercio fraudulento son buenas medidas la expedición de guías de embarque y la vigilancia de puertos.

También establece que hubo una mayor demanda de licencias de corta en montes particulares y para los incluidos en el Catálogo, pero faltaba por determinar un criterio científico que regule esas autorizaciones.

Las licencias de aprovechamiento para el *Pinus canariensis* se concedían por el Distrito Forestal, mediante una estima aproximada de las existencias disponibles manteniendo siempre un criterio restrictivo y de prudencia. Así con el objetivo de lograr el equilibrio entre la protección y el abastecimiento que cumplen estos montes se pretendían realizar los diferentes proyectos de Ordenación que comprendan todos los montes incluidos en la zona maderera.

Se refleja en el estudio que los aprovechamientos más importantes son los de barrujo o pinocha en las zonas situadas cerca de los cultivos intensivos para conseguir el abastecimiento del estiércol necesario como abono orgánico y para el embalaje de

plátanos. Los inconvenientes que presentaba este aprovechamiento son que suponía una labor costosa y poco remunerada (precio del haz entre 5 y 10 pesetas según haz), además de que se producía la extracción del único fertilizante que dispone el suelo forestal. Para solucionar el problema anterior se apuesta por la rotación de las zonas en que se permita la extracción de barrujo, a la par que se ensaya la sustitución de estos productos por otros importados.

El aprovechamiento del “escamondado” o “desgajado”, consiste en la supresión del follaje en verde y ramas de los pinos que se encuentran en parcelas de cultivo de plantas forrajeras, en turnos de 5 a 10 años. Se lo deja caer *in situ*, cuando llega el momento conveniente se les da fuego, junto con los restos del pastizal, tagasastes, matas y demás materia organizada existente en la parcela. Cuando todo esto se ha quedado reducido a cenizas, se da una labor general para incorporar éstas al suelo, que, fertilizado de esta manera, se hace objeto de una nueva plantación. Los pinos rebrotan nuevamente, presentando un extraño aspecto de suprema esquematización.

Leoncio Oramas y Díaz Llanos, Ingeniero Jefe de Montes, escribió en 1955, *Normas para la explotación regular y ordenada de los pinares de Canarias*. Comienza escribiendo en sus primeras líneas que el estrato vegetal que cubre las cumbres centrales en las Islas Canarias tiene una misión básica que es la regularización y aumento de la cantidad de agua caída con su influencia en el régimen de las subterráneas explotadas intensamente. Otra función es producir aperos y materiales para la agricultura, sobre todo la hojarasca y pinocha para la elaboración de estiércol y empaquetado de plátanos.

*En las frondosas del país no hay cuidado alguno que tomar, pues el brote de cepa, inmediato y magnífico, garantiza no sólo la renta y la supervivencia de la masa, sino la obtención de todos aquellos productos intercalares que la agricultura demanda para su mejor y máxima producción.*

*El pino canario, proporciona una magnífica pinocha muy estimada y bien valorada por la agricultura. Esta pinocha se clasifica en “brava” o recién caída; en media o “normal”, o sea la que ha perdido su rigidez primaria y comenzado su descomposición; y la “aresta” que es la totalmente descompuesta. La primera, que es la que mayor valor alcanza, se destina al empaquetado de plátanos, formándose con ella el cojín que envuelve y preserva la piña del efecto de los golpes durante el transporte; la segunda es destinada a cama de ganado para la ela-*

*boración de estiércoles; y la tercera, cuyo aprovechamiento se prohíbe totalmente, constituye la verdadera “tierra de monte” que contribuye a la alimentación orgánica del arbolado. Para garantizarlo se establece una rotación de tranzones sometidos a este aprovechamiento, en turno de seis años, que asegura plenamente la pudrición del follaje caído.*

*Interesa, pues, para lograr la máxima producción de pinocha, alargar la vida del arbolado tanto como sea posible, mientras la calidad y cantidad del producto no desmerezcan. Teóricamente, el turno a adoptar estará determinado por la entrada del árbol en su decrepitud fisiológica. Pero es de considerar que, al llegar a ésta, el pino canario nos proporciona su más selecta y valiosa calidad de madera, que es la llamada “tea”, apreciadísima en la construcción para carpintería ornamental.*

Como resumen opina que se podría llegar a una ordenación de los montes de pino canario en base a un turno de 200 años con producción principal de pinocha, secundaria de resina y terciaria de madera o leña.

Plantea la posibilidad de realizar también un aprovechamiento resinero aunque las experiencias realizadas no parecen aconsejarlo.

Francisco Ortuño Medina, Ingeniero de Montes del Patrimonio Forestal del Estado recogía bajo el título *De economía forestal, aprovechamientos forestales en los montes de Canarias* (1960) las siguientes experiencias:

*Puede afirmarse, por heterodoxo que parezca, que el aprovechamiento racional de brozas y barrujos en los pinares de Pinus canariensis, es una medida selvícola interesante. Procurando conciliar los frutos de la observación con las teorías aprendidas, se evita que este aprovechamiento sea total y exhaustivo, para lo que se propugna por una rotación de tres años y la limitación del aprovechamiento a las acículas enteras últimamente caídas, lo que se consigue no permitiendo la utilización de rastrillos metálicos ni cualquier otro instrumento que pueda herir el terreno.*

*Las brozas aprovechadas pertenecen a cuatro clases diferentes: pinocha procedente de pinares naturales y repoblaciones, matorral, constituido casi exclusivamente por rama de diversos Cytisus y Adenocarpus; cisco de retama y finalmente por plantas consideradas como*

*viciosas o perjudiciales, tales como zarzas, torviscos, etc. Existentes principalmente en los dominios del monte verde y la zona de transición hacia los pinares.*

Además explica que: De la retama, al igual que la pinocha, sólo se aprovechan sus despojos anuales caídos en el suelo, que se conocen con el nombre de cisco.

El mismo ingeniero recoge dos ideas básicas en la comunicación para la II Asamblea Técnica Forestal en 1962 denominada *Ordenación y selvicultura intensiva en los montes de P. canariensis. Su financiación* (algunas de ellas reafirman su estudio anterior).

- En los montes procedentes de repoblación artificial, bien comunicados y densamente cubiertos, con un mercado en la confección de cestos y embalajes para frutas, se realizarán las primeras cortas a los 20 años, obteniéndose piezas de 20-25 cm de diámetro.
- Para que puedan ser aprovechados los montes harían falta inversiones superiores a las que supone su renta anual -(especialmente en la generación de vías de saca), por lo que resulta interesante apoyarse en los aprovechamientos de brozas y barrujos (pinocha). Para ellos se establecen un turno de 2-3 años y la prohibición de uso de rastrillos de púas.

Seis años después el Ingeniero Sierra elabora el Estudio de las posibilidades madereras y costos para abastecimiento de una fábrica de tableros de partículas en la provincia de Tenerife y concluye que las acciones principales a realizar para que sea factible la industria son:

- 1) En los montes catalogados y administrados por el Distrito Forestal cortas a hecho en zonas con diámetro normal superior a 40 cm, y corta de madera a razón de 2.000 m<sup>3</sup>/año.
- 2) En los montes propiedad de Patrimonio Forestal del Estado (PFE) y montes de libre disposición consorciados con el PFE, cortas a matarrasa de pino canario en 10 años y sustitución por *Pinus radiata* y creación de una red de vías de alta densidad para realizar el aprovechamiento
- 3) En los montes repoblados se distingue:
  - a) Superficie protectora: no se interviene

- b) Superficie explotable: a transformar mediante corta a hecho en 10 años y plantación con pino insigne; a dejar sin transformar mediante entresaca del 15%.
- 4) Los costes de producción para los siguientes 20 años (cálculo de costos por mano de obra y por transporte) serían:
  - a) Para maderas de Tenerife por categoría:
    - Madera de sierra suministrada por Distrito Forestal: 880 pts./m<sup>3</sup>
    - Madera de sierra suministrada por el PFE: 850 pts./m<sup>3</sup>
    - Madera delgada suministrada por el PFE: 780 pts./m<sup>3</sup>
    - Leñas gruesas: 270 pts./m<sup>3</sup>
    - Residuos de aserrío: 325 pts./m<sup>3</sup>
  - b) Para maderas de La Palma
    - Madera de sierra : 642 pts./m<sup>3</sup>

En el capítulo de estudio de consumo se incluyen las industrias consumidoras de madera de la isla, que son, en la época, 6 aserraderos importantes entre Santa Cruz y Santa Úrsula. También se incluyen estadísticas de tráfico de madera para el año 1967 proporcionados por la Junta de Obras de Puerto.

No tenemos constancia de otro estudio acerca de la producción hasta 1998 y éste fue elaborado por los Ingenieros Velázquez y Artiles bajo el título *El sector maderero en Gran Canaria. Perspectivas de la producción local*.

En éste se plantea la gestión integral del monte como medida posible de reducción del abandono de las actividades del sector primario, así se aprovecharía la función socioeconómica del mismo, con vistas entre otras a promover la reforestación privada, que podría encontrar en los retornos financieros una motivación más. Esta estrategia, estaría en consonancia con posturas ecologistas y con las propias directrices establecidas por normativas canarias vigentes.

La estrategia consistiría en relanzar el sector maderero mediante una cadena de producción local sostenible (sería madera certificada) que podría competir con los altos precios de las maderas importadas. La iniciativa sería pionera y necesitaría del consenso y colaboración del sector privado (propietarios, empresarios) y la administración forestal, aprovechándose los pasos adelante que ya se han dado en este sentido.

El estudio detalla las especificaciones técnicas de cada fase de la cadena de producción y un estudio de costes de la producción de distintos tipos de madera, desglosados éstos en las fases en que costa cada uno. Por ejemplo, se estima que el coste total de madera aserrada sería 9.816,3 pts./m<sup>3</sup>. Estimaciones similares para producción de fustes descortezados y madera con fines energéticos también se incluyen.

Los elementos de esta cadena que se analizan son:

- 1) Personal forestal cualificado. Se propone la repetición de cursos anteriormente impartidos sobre manejo de motosierra, saca con tractor y cabrestante.
- 2) Maquinaria de saca. Se proponen dos modalidades adecuadas a la realidad de la isla: el uso de animales de arrastre (mulo, buey) y el de cables, en forma bien de molinetes, aparejos adaptables a tractores o teleféricos forestales.
- 3) Transporte de la madera. Se estima adecuada la dotación de la isla.
- 4) Aserrado de la madera. Todos los sinfines de carro presentes, aunque en desuso, desde hace décadas en Gran Canaria carecen de una pieza fundamental, el carro, lo que los inhabilita. Por otro lado existe un miniaserradero propiedad de una cooperativa y un aserradero móvil adquirido por el Cabildo Insular y operativo en la Finca de Osorio.
- 5) Secado. Se plantea como opción más adecuada a Gran Canaria el secado al aire libre, hasta que se observe la rentabilidad del sector y se puedan plantear otros métodos más sofisticados.
- 6) Comercialización. Se enumera una lista de posibles destinos, entre los que se encuentra la restauración de tejados, la fabricación de muebles rústicos o la fabricación de cajas o pallets. Una limitación a tener en cuenta es el grueso de los troncos. A su vez se propone adoptar estrategias de marketing adecuadas.

- 7) Tratamiento de subproductos y residuos. Se hace un estudio de todos los otros productos susceptibles de ser aprovechados, como son la madera de pequeñas dimensiones, usada en jardinería o en caminos, la corteza, usada en “mulching” o como sustrato, las astillas, que pueden dejarse en el bosque o aprovecharse para obtención de energía o sustrato y finalmente, la pinocha, de importante potencial al ser muy apreciada por ganaderos y permitir su extracción la mejora de la seguridad ante incendios forestales.

Por último en el año 2002, D. Miguel Ángel Merinero realiza un *Estudio para la eliminación de combustible forestal mediante la recogida periódica de pinocha en los pinares de canarias. La demanda de pinocha, astillas y leña*; y las posibilidades de mejora de su aprovechamiento, es decir, desarrolla un estudio en relación con los aprovechamientos que beneficiarían la prevención de incendios en la que se destacan las siguientes conclusiones:

- Se consideran ventajosos únicamente los aprovechamientos tradicionales de pinocha de las fajas auxiliares a borde de pista para la prevención o extinción de incendios forestales (aunque esta actuación técnicamente no se puede considerar “aprovechamiento”).
- La eliminación de los residuos obtenidos de los tratamientos selvícolas resulta económicamente costosa. La búsqueda de una utilidad que permita la venta de las astillas contribuiría a disminuir dichos gastos. Una opción sería su uso como cama de ganado, aunque precisaría de una serie de mejoras para su producción y comercialización.
- Las leñas con mayor demanda son las de eucalipto y monteverde. Los consumidores no aceptan la leña de pino, así que no sirve para ser comercializada.
- Con el fin de evitar aprovechamientos no sostenibles o actuaciones perniciosas para las masas el cambio en la silvicultura, reorientada a la producción de leñas, deberá ser controlada por la administración forestal.

### 3. Éxito en I+D en el aprovechamiento forestal

Generación de abono orgánico o también denominado compost a partir de ramas y leñas, recortes y costeros de pino, podas de cultivos y plátanos y tomates de desecho por la empresa CANARIAS FORESTAL:



*Se desarrollan técnicas de compostaje de estos residuos, que triturados en origen para reducir su volumen, son transportados a unas nuevas instalaciones situadas en la propia finca agrícola del término municipal de Guía de Isora, donde se mezclan junto con los generados por el ganado vacuno existente en la finca.*

*Se comenzó utilizando técnicas y maquinarias especializadas procedentes de países como Austria y Alemania con una larga experiencia en compostaje pero con climas y residuos totalmente distintos a los nuestros, lo que nos llevó a modificar y adaptar distintas técnicas a las peculiaridades de nuestro territorio insular; llegando en la actualidad a trabajar con un sistema propio que incluye técnicas japonesas acerca de los microorganismos efectivos para el compostaje.*

*Todo esto nos llevó a generar un compost terminado de gran calidad, que utilizado en la propia finca comienza a dar excelentes resultados, consiguiendo con el tiempo empezar a dejar de utilizar productos fitosanitarios.*

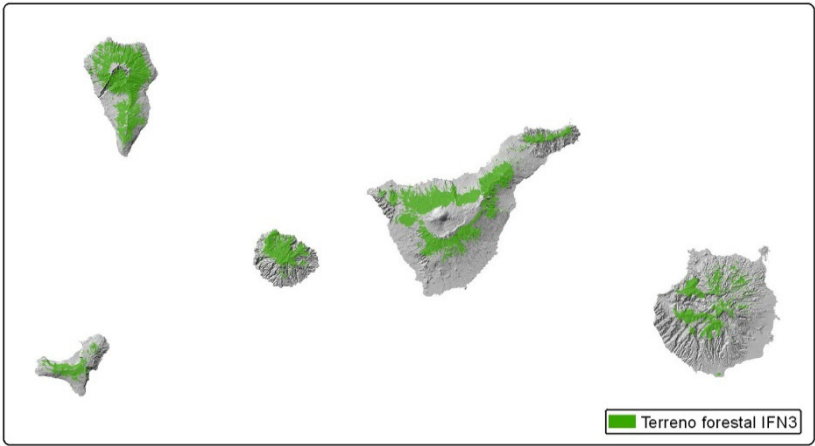
*El éxito alcanzado en la gestión de nuestros propios residuos, nos lleva a comenzar a trabajar en un nuevo proyecto dimensionado para la gestión de los residuos orgánicos generados también por nuestros vecinos agricultores de comarca, por el sector turístico de la zona oeste de la isla donde nos encontramos e incluso por algunas industrias locales que en sus procesos generan residuos orgánicos.*

*En diciembre de 2003, el proyecto terminado se presenta a la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias y se logra la primera gestión autorizada de gestión de los residuos orgánicos (Gestor núm. RNP-116-IC).*

*Comienza entonces un proceso de crecimiento, e inversión en maquinaria y tecnología para poder dar el mejor servicio a nuestros clientes generadores de residuos. Para el próximo año 2006 se espera ofrecer unos 300.000 sacos de compost de 30 L (e), al mercado principalmente de los agricultores que como nosotros, creemos en un futuro distinto para el sector agrícola en Canarias. ( <<http://www.grupodorta.com>> 2010)*

1. Datos de aprovechamientos

La superficie forestal de las Islas Canarias según la Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos, (elaborada por el MARM en colaboración con el Servicio Estadístico de la Comunidad Autónoma de Canarias) datos actualizados al 2010, es de un 24,16%, siendo 179.903 ha frente a 744.650 ha de superficie total del conjunto de las islas. En la siguiente figura se representa los terrenos forestales inventariados en el IFN3, 2003. Se determina como terreno forestal la superficie ocupada por matorral o por arbolado ya sea de coníferas o frondosas.



**Figura 11.2;** Superficie forestal inventariada. Fuente: IDE CANARIAS e IFN3 (elaboración propia)

Si se agrupan la diferente tipología de masas forestales arrojadas por el inventario forestal se obtiene la siguiente tabla 11.1:

**Tabla 11.1;** Superficie agrupada por estratos. Datos del IFN3 (elaboración propia)

Tipo	Estratos que agrupa	Superficie (ha)	%
Pinares	<i>Pinus canariensis</i> , <i>P. radita</i> , mixto, con algo de fayal-brezal	81.434	60,88%
Monteverde	Monteverde (Fayal-brezal, Fayal-brezal con laurisilva, Fayal-brezal con laurisilva y algo <i>P. canariensis</i> )	32.134	24,02%

Agroforestales	Castanea sativa; Eucalyptus gobulus con P. canariensis y Eucalyptus spp. y Castanea sativa y laurisilva	8.208	6,14%
Matorral	Eucalyptus spp. y Castanea sativa y laurisilva	11.989	8,96%

Los datos aportados por el sistema de información de estadísticas forestales del Gobierno de Canarias (SIFCAN) reflejan lo siguiente para el periodo del 2004 al 2009 (Falta por computar los datos de cortas de Tenerife 2009):

**Tabla 11.2;** Evolución de las producciones de madera (en rollo y delgada) y leñas en Canarias- m<sup>3</sup>con corteza (Martín, 2011; respuesta a solicitud de datos)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Maderas	28.197,50	15.859,00	25.062,00	15.977,56	8.721,00	8.234,76
Leñas	15.383,00	5.648,00	2.445,41	5.871,00	19.203,50	8.077,94
Total	43.580,50	21.507,00	27.507,41	21.848,56	27.924,50	16.312,70

**Tabla 11.3;** Evolución de las extracciones de madera y leñas en Canarias por grupos de especies- m<sup>3</sup>con corteza (Martín, 2011; respuesta a solicitud de datos)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Coníferas	22.678,40	16.031,50	24.748,18	16.346,79	20.889,66	4.814,76
Frondosas	20.902,10	5.475,50	2.759,23	5.502,00	7.034,83	11.497,94

Como media para el periodo estudiado se refleja que el 66,5% del material forestal extraído en seis años procede de coníferas.

**Tabla 11.4;** Evolución de las extracciones de madera y leñas en Canarias por islas- m<sup>3</sup>con corteza (Martín, 2011; respuesta a solicitud de datos)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gran Canaria	1.200,00	2.261,00	0	2.962,30	317,6	10.947,67
El Hierro	582,1	800	0	0	0	3.359,05
La Gomera	14.035,40	25	0	171	0	0
La Palma	2.910,00	1.830,09	692	1.618,00	1.063,50	2.005,98
Tenerife	24.853,00	16.590,91	26.815,41	17.097,50	26.543,40	0

El 70,52% de todo el material forestal extraído en este periodo en Canarias corresponde a la isla de Tenerife. Le sigue Gran Canaria, con un 11,15% y las islas de La Gomera (8,97%), La Palma (6,38%) y El Hierro (2,98%).

Dentro de otros productos forestales sólo Gran Canaria aporta datos y Tenerife para el caso de la pinocha (falta el año 2009), como muestra la siguiente tabla.

**Tabla 11.5;** Evolución de otras producciones forestales en Tenerife y Gran Canaria (Martín, 2011; respuesta a solicitud de datos)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Producción de pinocha (t) TF	-	12.945,00	12.606,00	13.175,00	10.986,00	
Producción de castañas (t) GC	-	-	-	-	20	70
Producción de hongos (kg) GC	-	-	-	-	70	-
Producción de pastos (heno y otros) (t) GC	-	-	-	3.000 (en 30 ha)	3.000 (en 30 ha)	3.000 (en 30 ha)
Pastizales (cabezas lanares) GC	-	-	-	-	-	1.500 cabezas (en 600 ha)

**Tabla11. 6;** Licencias de caza emitidas en el 2009 por islas (Martín, 2011; respuesta a solicitud de datos)

	Número
Fuerteventura	1.532
Lanzarote	1.605
Gran Canaria	6.551
Tenerife	8.636
La Palma	2.426
La Gomera	487
El Hierro	339
TOTAL	21.576,00

Sólo se tienen datos económicos de la isla de Tenerife con un importe total de licencias de caza de 360.500€ (como media serían 41,74€/licencia), La Palma de 61.198,11€ (25,23€ y Lanzarote de 43.957,96€ (27,39€).

Se añaden estadísticas de caza siendo un recurso económico no desdeñable para el conjunto de las islas.

**Tabla 11.7;** Licencias de caza emitidas en el 2009 según clase \* e isla (Martín, 2011; respuesta a solicitud de datos)

	A	A+C	B	B+C	TOTALES
Fuerteventura	771	445	110	197	1.523
Lanzarote	426	573	50	556	1.605
Gran Canaria	3.630	1.908	485	528	6.551
Tenerife	4.237	2.736	724	939	8.636
La Palma	894	293	373	339	1.899
La Gomera	439	28	19	1	487
El Hierro	151	56	102	30	339
TOTAL	10.548	6.035	1.863	2.589	21.040

\* Clase A: para cazar con armas de fuego y cualquier otro procedimiento autorizado; Clase B: para cazar haciendo uso de cualquier procedimiento autorizado, salvo el de armas de fuego; Clase C: licencias especiales para cazar con aves de cetrería, hurones, reclamo de perdices o poseer rehalas.

Entre las especies de caza menor se encuentran el conejo, la perdiz y la paloma. En La Palma como caza mayor se halla el arruí y en Tenerife el muflón.

## 4. Conclusiones

El monte ha dejado de ser un sector productivo, en el sentido estricto de la palabra, para convertirse en un espacio protegido, de uso fundamentalmente recreativo, cuya conservación tiene un coste para la Administración

La actividad de aprovechamiento forestal aparece denostada y entre la opinión pública, fundamentalmente en las ciudades, se ha extendido la idea de que los aprovechamientos entran en conflicto con la conservación de nuestros montes y deben ser, por tanto, restringidos o incluso prohibidos; como así lo recogen diferentes instrumentos de planificación. Excluyendo la caza, el uso fundamental de los montes canarios se reduce al recreativo, que revierten escasos recursos económicos para el mantenimiento de los montes; generando por tanto su gestión un coste para las administraciones forestales y por ende a los ciudadanos.

Es necesario un cambio de mentalidad, de tal forma que el aprovechamiento forestal surja como elemento dinamizador de los montes y se produzca una valorización de los recursos forestales que asegure la sostenibilidad de los montes, pues es la forma más eficaz que tienen nuestros espacios naturales forestales de asegurar su conservación y mejora: el aprovechamiento de los diferentes y variados usos que aportan. Asimismo la búsqueda del uso multifuncional del monte, permite fortalecer el desarrollo de las poblaciones rurales, cuya forma de vida se encuentra más ligada a los montes; a la par que mejore la calidad de vida del conjunto de la sociedad a través de:

- 1) Reducción del riesgo de incendios, el progresivo abandono de las actividades agrosilvopastorales que se ha producido en la última mitad del siglo XX debido al éxodo rural ha provocado un incremento de la biomasa en los ecosistemas que los hace fácilmente combustibles.
- 2) Mejora en la protección y conservación de los espacios naturales, generándose una gestión más directa que contribuirá a la mejora en el estado de los espacios naturales, potenciando su conservación. Un monte rentable es un monte bien conservado (ejemplos: Soria, País Vasco, Burgos...).
- 3) Control de plagas, ya que el abandono de residuos forestales en el monte puede favorecer la aparición de plagas.
- 4) La puesta en uso de los diferentes aprovechamientos generan puestos de empleo, fundamentalmente en las poblaciones rurales que contribuirían a su desarrollo.
- 5) La extracción de productos maderables de forma sostenible permite evitar deforestar los montes de otras zonas del planeta con menor control legislativo.

- 6) El aprovechamiento forestal sostenible permite la disminución de importaciones y la generación de economía local.

Así pues, que los aprovechamientos no deben ser prohibidos sino regulados y proyectados y ejecutados por profesionales capacitados y bajo una visión multidisciplinar que aseguren la conservación, no sólo de las masas si no del resto de recursos y hábitats presentes.

#### **APROVECHAMIENTO, CONSERVACIÓN Y MEJORA VAN DE LA MANO.**

Agradecimiento especial a Pedro Pablo Ranz Vega y a Jorge Naranjo Borges por la corrección del texto.

### **Anexo I. Legislación básica al respecto de los aprovechamientos forestales**

*Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y Ley 10/2006, de 28 de abril, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.*

#### **CAPÍTULO IV. APROVECHAMIENTOS FORESTALES**

##### *Artículo 36. Aprovechamientos forestales.*

1. El titular del monte será en todos los casos el propietario de los recursos forestales producidos en su monte, incluidos frutos espontáneos, y tendrá derecho a su aprovechamiento conforme a lo establecido en esta Ley y en la normativa autonómica.
2. Los aprovechamientos de los recursos forestales se realizarán de acuerdo con las prescripciones para la gestión de montes establecidas en los correspondientes planes de ordenación de recursos forestales, cuando existan. Se ajustarán también, en su caso, a lo que concretamente se consigne en el proyecto de ordenación de montes, plan dasocrático o instrumento de gestión equivalente vigente.
3. El órgano forestal de la comunidad autónoma regulará los aprovechamientos no maderables. Dichos aprovechamientos, y en particular el de pastos, deberán estar, en su caso, expresamente regulados en los correspondientes instrumentos de gestión forestal o PORF en cuyo ámbito se encuentre el monte en cuestión.



4. Los aprovechamientos en los montes del dominio público forestal podrán ser enajenados por sus titulares en el marco de lo establecido en el artículo 15, así como de lo previsto en la legislación patrimonial que les resulte de aplicación.

5. Los aprovechamientos en los montes afectados por las zonas de servidumbre, policía, o afección de los dominios públicos hidráulico, marítimo-terrestre, de carreteras o ferroviario no precisarán de la autorización de los órganos competentes de dichos dominios, siempre y cuando tales montes dispongan de instrumentos de gestión cuya aprobación por el órgano forestal de la comunidad autónoma haya sido informada favorablemente por los órganos de gestión de los dominios públicos mencionados.

#### *Artículo 37. Aprovechamientos maderables y leñosos.*

Los aprovechamientos maderables y leñosos se regularán por el órgano forestal de la comunidad autónoma.

En los montes no gestionados por dicho órgano forestal, estos aprovechamientos estarán sometidos a las siguientes condiciones básicas:

a) Cuando exista proyecto de ordenación, plan dasocrático o instrumento de gestión equivalente, o el monte esté incluido en el ámbito de aplicación de un PORF y éste así lo prevea, el titular de la explotación del monte deberá notificar previamente el aprovechamiento al órgano forestal de la comunidad autónoma, al objeto de que éste pueda comprobar su conformidad con lo previsto en el instrumento de gestión o, en su caso, de planificación. La denegación o condicionamiento del aprovechamiento sólo podrá producirse en el plazo que determine la normativa autonómica mediante resolución motivada, entendiéndose aceptado caso de no recaer resolución expresa en dicho plazo.

b) En caso de no existir dichos instrumentos, estos aprovechamientos requerirán autorización administrativa previa.

#### *Artículo 38. Fondo de mejoras en montes catalogados.*

Las entidades locales titulares de montes catalogados aplicarán a un fondo de mejoras, cuyo destino será la conservación y mejora de los montes incluidos en el Catálogo de Montes de Utilidad Pública, una cuantía que fijarán las comunidades autónomas y que no será inferior al 15 % del valor de sus aprovechamientos forestales o de los rendimientos obtenidos por ocupaciones u otras actividades desarrolladas

en el monte. Dicho fondo será administrado por el órgano forestal de la comunidad autónoma, salvo que ésta lo transfiera a la entidad local titular.

### Bibliografía consultada y referencias

- BALLESTER A. (1920). *Industrialización de la riqueza forestal de Canarias*. Revista de Montes, nº 1.046, 553-565 pp.
- CEBALLOS, I. y ORTUÑO, F. (1951). *Estudio económico y selvícola de los pinares de Canarias. Reconstrucción de los pinares de Canarias*. Capítulo del libro Vegetación y flora forestal de las Canarias Occidentales. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Ministerio de Agricultura. Madrid, pp. 182-202.
- FERNÁNDEZ-PALACIOS J.M. (2001). *Los Ecosistemas. Naturaleza de las Islas Canarias*. Publicaciones Turquesa. Santa Cruz de Tenerife. Capítulo 17, pp. 157-165.
- GARCÍA RODRÍGUEZ J.L. y FEBLES RAMÍREZ M.F. (2002). *El aprovechamiento agroganadero del Monteverde en la isla de La Palma (Canarias)*. Boletín de la A.G.E. Nº33, pp 7-22.
- GONZÁLEZ NAVARRO, J.A. (2006). Los Oficios del Bosque. Una visión antropológica del aprovechamiento forestal en Gran Canaria en la primera mitad del siglo XX. Fundación para la Etnografía y el Desarrollo de la Artesanía Canaria, FEDAC, Organismo Autónomo del Cabildo de Gran Canaria. 432 pp.
- GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, J. M. (1997). Medidas del carbón y de la leña. Estrategias metrológicas que simplifican recuentos, contabilidades y repartos. El Pajar. Cuaderno de etnografía Canaria., pp.23-30.
- GRUPO DORTA (Fecha desconocida) [web en línea]. *Gestión de residuos*. Disponible en Web:<<http://www.grupodorta.com/actividades.asp>> [Consulta: 23 de mayo de 2011]
- IDE CANARIAS [web en línea]. Modelo de sombras WMS (2008) Disponible en Web:< <http://idecan1.grafcan.es/ServicioWMS/MDSombras?>> Comunidad Autónoma de Canarias. Extraído a partir del Mapa Topográfico 1:5.000 Años 2007-2008 (Modelo Digital de Elevación, grid de 5 metros). [Consulta: 23 de mayo de 2011]
- VILLANUEVA ARANGUREN, J.A. *et al.* (2006a). IFN3 Tercer Inventario Forestal Nacional, Provincia de Las Palmas. Ministerio de Medio Ambiente. 324 pp.
- VILLANUEVA ARANGUREN, J.A. *et al.* (2006b). IFN3 Tercer Inventario Forestal Nacional, Provincia de Santa Cruz de Tenerife. Ministerio de Medio Ambiente. 450 pp.
- Ley 10/2006, de 28 de abril, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, *de Montes* (BOE núm. 102, de 28-04-2006, pp. 16.830-16.839).
- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, *de Montes* (BOE núm. 280, de 22-11-2003, pp. 41.422-41.442).
- MARTÍN, P.M. (2011). *Datos del sistema de información de estadísticas forestales del Gobierno de Canarias (SIFCAN)*. – comunicación personal. Servicio de Información Ambiental, Viceconsejería de Medio Ambiente. Gobierno de Canarias.
- MERINERO, M.A., (2002). Estudio para la eliminación de combustible forestal mediante la recogida periódica de pinocha en los pinares de canarias. La demanda de pinocha, astillas y leña; y las posibilidades de mejora de su aprovechamiento. GESPLAN y Gobierno de Canarias (Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente).
- NARANJO BORGES, J.; RICART ESTEBAN, J.; GUZMÁN OJEDA, J. y JIMÉNEZ DÍAZ, M.J. (1999) *El Plan Forestal de Canarias*. Medio Ambiente CANARIAS: Revista de la Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente, nº 15. Disponible en Web:<<http://selvadedoramas.blogia.com/2004/102804-el-plan-forestal-de-canarias.php>> [Consulta: 23 de mayo de 2011]
- NARANJO, J. (2001). *Los aprovechamientos forestales. Naturaleza de las I. Canarias*. Ecología y Conservación. Publicaciones Turquesa. Santa Cruz de Tenerife. Capítulo 32. pp. 269-274.
- ORAMAS Y DÍAZ LLANOS, L. (1955). *Normas para la explotación regular y ordenada de los pinares de Canarias*. Revista de Montes, nº 62, pp. 125-126.

- ORTUÑO MEDINA, F. (1960). De economía forestal. Aprovechamientos forestales en los montes de Canarias. Revista de Montes, nº 93, pp. 271-275.
- ORTUÑO MEDINA, F. (1963). *Ordenación y selvicultura intensiva en los montes de P. canariensis. Su financiación*. Ministerio de Agricultura. Dirección general de Montes, Caza, y Pesca fluvial. II Asamblea técnica Forestal
- SIERRA, L. (1968). Estudio de las posibilidades madereras y costos para abastecimiento de una fábrica de tableros de partículas en la provincia de Tenerife. TAGLOSA
- VELÁZQUEZ PADRÓN, C. y ARTILES PEÑA B. (1998). El sector maderero en Gran Canaria. Perspectivas de la producción local. Informe inédito
- VELAZQUEZ PADRON, C., NARANJO BORGES, J., GONZÁLEZ MOLINA, J.M. y CASTRO REINO, S. (1985). *La laurisilva y su selvicultura: Estudio sobre conservación forestal*. Monografía 46. ICONA, Madrid. 110 pp.



# Aprovechamientos Energéticos. Biomasa

Juan Carlos Santamarta Cerezal  
Francisco Jarabo Friedrich

## 1. La energía de la biomasa

La biomasa es sintetizada por las plantas mediante el proceso de la fotosíntesis, que tiene lugar en presencia de la luz solar, las plantas absorben agua y sales minerales del suelo y dióxido de carbono del aire, dando lugar a la formación de hidratos de carbono y oxígeno, el cual se desprende en forma gaseosa y es devuelto a la atmósfera. En todo este proceso se absorbe energía, que queda almacenada en las plantas.

La biomasa siempre ha estado relacionada con el desarrollo de la humanidad siendo la primera fuente de energía elemental, que ha sido sustituida por los combustibles fósiles. A día de hoy la biomasa natural constituye la base del consumo energético de muchos países en vías de desarrollo, aunque su sobreexplotación está dando lugar a un mayor aumento del grado de desertización.

La demanda energética mundial fue satisfecha, en algo más de un 10%, mediante recursos energéticos derivados de la biomasa, de los cuales el 65% fueron consumidos en países en vías de desarrollo y el 35% en países industrializados.

Según la Especificación Técnica Europea CEN/TS 14588, biomasa es “Todo material de origen biológico excluyendo aquellos que han sido englobados en formaciones geológicas y han sufrido un proceso de mineralización”.

La energía de biomasa se puede entender como una fuente de energía renovable, que se genera a través del aprovechamiento de los elementos orgánicos mediante un proceso de combustión. Como norma general los elementos orgánicos en los que se basa la energía de biomasa suelen ser residuos forestales, que en el caso de Canarias apenas se utilizan para su combustión, abandonándose en el monte y aumentando el combustible disponible para la propagación de incendios forestales, por lo que el aprovechamiento de la biomasa forestal supone una externalidad importante en el sentido de la prevención.

En Canarias el uso de la biomasa como combustible en épocas pasadas dio como resultado la desaparición de importantes superficies forestales (principalmente laurisilva). Su uso principal era doméstico aunque se llegó a utilizar en la industria de la caña de azúcar y sus alambiques.

Bajo el punto de vista técnico, actualmente se conoce como biomasa energética al conjunto de materia orgánica, de origen vegetal o animal, incluyendo los materiales procedentes de su transformación natural o artificial.

La biomasa puede clasificarse como:

- **Biomasa natural.** Ramas, pinocha, troncos de árboles, etc. Su uso generalmente es directo y doméstico.
- **Biomasa residual.** Explotaciones agrícolas, forestales o ganaderas. Residuos orgánicos en la industria y en núcleos urbanos (RSU).
- **Cultivos energéticos.** Se dividen en convencionales (se usan también para alimentación) y no alimentarios. Las especies más utilizadas en cultivos energéticos en Europa son *Arundo donax*, así como especies de los géneros *Eucalyptus*, *Acacia* o *Salix*.

En Canarias existen las siguientes fuentes de combustible para su explotación como biomasa:

- Residuos sólidos urbanos.
- Lodos producidos por las depuradoras.
- Residuos agrícolas.

- Residuos ganaderos.
- Residuos forestales.



**Figura 12.1;** Interior de la nave, pilas de astillas clasificadas según su tamaño, G30 - G50, al fondo tractor, detrás máquina de cribado. (Ignacio López (CTFC))

En las islas, los residuos sólidos urbanos de forma general no se utilizan como fuente de energía. Así, mediante de estos residuos se elabora el compost, un abono que se fabrica con las basuras. En Canarias sólo existe la posibilidad de incinerar este tipo de biomasa para este proceso energético en la isla de La Palma.

## 2. Los biocombustibles

Podemos clasificar a los biocombustibles en función de su estado físico de la siguiente manera:

- **Biocombustibles sólidos.** Ramas y ramillas procedentes de trabajos de poda, pies procedentes de cortas, pies afectados por incendios forestales. Residuos sólidos agrícolas y forestales en general.





**Figura 12.2;** Astillas de madera. (Ignacio López (CTFC))

- **Biocombustibles líquidos (bioetanol , biodiesel).** Consiste en la transformación, provocada por determinadas enzimas, de los hidratos de carbono, en etanol. El proceso transcurre en presencia de oxígeno, y el etanol obtenido se recupera por destilación, pudiendo utilizarse como carburante de motores en sustitución de la gasolina.
- **Biocombustibles gaseosos (biogás).** Este proceso tiene lugar por la acción de determinadas bacterias que, en ausencia de oxígeno y a una temperatura de alrededor de 35 °C, transforman la biomasa en biogás, constituido principalmente por metano y dióxido de carbono y que se puede utilizar en motores de combustión.

### **3. La fuente de energía, los montes canarios**

En Canarias existen básicamente los siguientes tipos de formaciones forestales: los pinares, los bosques de laurisilva, el fayal-brezal, los bosques termófilos y los cardo-

nales tabaibales. También existen plantaciones de especies exóticas alóctonas de *Eucaliptus globulus*, *Acacia sp* y *Cupresus sp*.

La explotación forestal es muy reducida y artesanal. La gestión de los montes en Canarias se realiza bajo el principio de conservación, más que como un valor comercial. Los aprovechamientos forestales son casi testimoniales con una función esencialmente protectora. La masa forestal en Canarias tiene principalmente una importancia ecológica extendiéndose sobre el 13% de la superficie total del archipiélago. Como curiosidad la mayor superficie forestal considerada monte está en la isla de Fuerteventura.

El principal recuso forestal maderero proviene del pino canario. La madera de pino canario es de muy buena calidad, pero tiene una distribución muy limitada, para carpinteros de la zona donde se ubican las masas de pinar y no es considerada una madera de lujo.

Es de destacar que en Canarias hay una gran tradición de aprovechamiento del carbón vegetal, sobre todo de restaurantes. Sin embargo, prácticamente todo lo que se consume es importado de Sudamérica. El precio es variable, pero ronda los 0,74 €/kg, de precio final aunque se ha contemplado la posibilidad de que el carbón producido en Canarias se le incorporase un marchamo de calidad, por su origen autóctono y beneficios ambientales, al provenir de cortas regladas necesarias de las masas forestales canarias. Este carbón se ha valorado en 0,84 €/kg. (FORESMAC, 2011).

#### **4. Los residuos forestales**

El monte supone un medio considerable de transformación de la energía solar en biomasa, si se entiende como tal el conjunto de plantas, sus residuos o subproductos y los derivados de su transformación por procesos tecnológicos. Los seres humanos no utilizan íntegramente toda la riqueza que suministra el monte y desperdician una parte, considerada como residuo, susceptible de ser valorizada como fuente de energía renovable. Obsérvese que es la biomasa forestal la que durante siglos ha constituido la fuente energética más importante de la humanidad. No obstante, en lo que sigue del estudio, no se considerará la biomasa forestal en su totalidad, sino sólo la parte de ella considerada como residual bajo la denominación de “residuos forestales” que como tales, pueden tener diversas procedencias:

- Residuos de corte y elaboración de la madera, formada por ramas (menores de 7,5 cm de diámetro) y por corteza, serrín y viruta de madera.
- Residuos de tratamientos selvícolas, provenientes de madera de sierra (ramas y árboles no maderables).
- Residuos provenientes de la lucha contra incendios, semejantes a los anteriores.

Estos residuos tienen en común una serie de características físicas que hace que sea necesario, realizar unas operaciones en el monte para su posterior aprovechamiento energético. Las características iniciales se pueden resumir en:

- Granulometría dispersa, necesidad de astillado, compactado.
- Variedad de residuos no aprovechables , arenas , piedras ...
- Humedad elevada. *Un alto contenido en humedad ralentiza y dificulta la combustión, produce condensación, alquitrán y reduce su poder calorífico. Lo correcto son valores menores del 15% en humedad.*
- Reducida densidad.
- Dificil manipulación.

## 5. Gestión de los residuos

La gestión de estos residuos implica un conjunto de operaciones que pueden englobarse en tres fases: recogida, transporte y tratamiento. Dentro de la fase de tratamiento podrían considerarse tanto la eliminación, por vertido controlado o por incineración, como el aprovechamiento, bien para el reciclado (utilización agrícola), la producción de compost o la obtención de energía.

La obtención de residuos forestales implica una serie de operaciones de limpieza, astillado y transporte que comportan considerables costes, pero cuya realización constituye el origen de la existencia de este recurso y se justifica desde el punto de vista ambiental. Los residuos forestales quedan depositados en el monte tal como son generados en las actividades propias el sector forestal, lo que implica una gran

heterogeneidad física. Además los residuos forestales tienen aprovechamientos tradicionales, lo que hace difícil asegurar una producción estable de biomasa residual en una zona determinada. Por otra parte, la mecanización de los trabajos para el aprovechamiento de los residuos forestales es complicada. Aunque existe maquinaria especializada en el mercado, su viabilidad económica generalmente no se consigue por el momento.

En cuanto a los residuos de industrias forestales, generalmente se realiza el tratamiento de estos materiales heterogéneos en los propios establecimientos donde se originan; aunque su grado de aprovechamiento puede ser alto, las variaciones en su disponibilidad desaconsejan sus aplicaciones en el campo energético.

En la gestión de los residuos forestales hay que considerar dos situaciones diferentes:

- Los residuos se gestionan directamente en el punto de generación (quema o astillado y apilado), lo que no proporciona un aprovechamiento o éste no es directamente cuantificable.
- Los residuos se gestionan fuera del ámbito forestal, aprovechándolos según los usos tradicionales (leña, cama de ganado, enmienda agrícola) o introduciendo nuevos procesos de valorización, entre ellos, el energético.

## 6. Aprovechamiento de la biomasa

Los sistemas de aprovechamiento que se encuentran más desarrollados y generalizados a nivel comercial son los siguientes:

- **Trituración y astillado:** Pertenece al tipo de procesos físicos, consistentes en alterar las condiciones físicas del material. Puede considerarse un tratamiento intermedio o final dependiendo del destino del producto.
- **Compostaje:** Pertenece al tipo de procesos bioquímicos, o degradación de la materia orgánica mediante microorganismos. Consiste en una fermentación aerobia de los residuos hasta convertirlos en materia orgánica aprovechable en suelos agrícolas, aunque generalmente es necesario mezclar los residuos forestales con residuos ganaderos para mejorar el proceso de descomposición.

- **Combustión directa:** Pertenece al tipo de procesos termoquímicos, basados en producir la descomposición térmica de la biomasa, con mayor o menor aporte de oxígeno. Es con gran diferencia la principal aplicación mundial de la biomasa forestal, tanto en su vertiente térmica (obtención de calor industrial o doméstico) como en su vertiente eléctrica (en instalaciones específicas o de cogeneración). Entendemos los sistemas de cogeneración como sistemas de producción conjunta de electricidad (o energía mecánica) y de energía térmica útil (calor) partiendo de un único combustible.

Se debe aclarar el punto sobre las plantas de incineración de residuos ya que una central térmica de biomasa forestal, no se puede considerar como una incineración de residuos al uso, dado que el Real Decreto 653/2003 de incineración de residuos excluye de su ámbito de aplicación este tipo de plantas. El Real Decreto se aplica a las instalaciones de incineración de residuos, con excepción de las siguientes:

Instalaciones en las que sólo se incineren o co-incineren los siguientes residuos, siempre que se cumplan los requisitos que, en su caso, se señalan:

- 1) 1. Residuos vegetales de origen agrícola y forestal.
- 2) 2. Residuos vegetales procedentes de la industria de elaboración de alimentos, si se recupera el calor generado.
- 3) 3. Residuos vegetales fibrosos obtenidos de la producción de pasta de papel virgen y de la producción de papel a partir de pasta de papel, si se co-incineran en el lugar de producción y se recupera el calor generado.
- 4) 4. Residuos de madera, con excepción de los que puedan contener compuestos organohalogenados o metales pesados como consecuencia del tratamiento con sustancias protectoras de la madera o de revestimiento, entre los que se incluyen, en particular, los materiales de este tipo procedentes de residuos de construcción y demolición.
- 5) 5. Residuos de corcho.

## **7. Valorización energética**

La mecanización de la recogida de los residuos forestales es particularmente complicada por las especiales características de la masa forestal, lo que hace que estos trabajos sean intensivos en mano de obra y, por tanto, representan un alto coste dentro del proceso global. Por otro lado, la adecuación de los residuos a la valorización energética implica su disponibilidad con unas características de humedad, densidad y granulometría que hace necesarias labores de astillado y compactación, en este último caso, sólo se compactan si queremos reducir costes para el transporte y espacio en el almacenaje además de evitar su degradación por fermentación, pero puede no hacerse.

El aprovechamiento energético de la biomasa tiene como primer problema el asegurar el suministro a los centros consumidores, permitiéndoles disponer de un recurso con regularidad, calidad y a un coste aceptable.

En el archipiélago Canario, además confluyen unas características topográficas singulares con una orografía muy abrupta que hace mayor la dificultad del aprovechamiento incrementando sus costes.

En la fase de transformación energética, el empleo de la biomasa para usos térmicos tiene en los sobrecostes de los equipos y en los menores rendimientos de transformación sus principales inconvenientes, si se comparan con otros combustibles convencionales. El problema de los bajos rendimientos es común a la aplicación eléctrica convencional, basada en un esquema de caldera-turbina con ciclo de vapor, que se caracteriza por elevadas inversiones para los pequeños rangos de potencia, dentro de los que se concentran las posibilidades de desarrollar proyectos con biomasa forestal.

En el caso de otros tipos de residuos, para aprovechamiento energético, se hace necesaria su gestión debido a que en los sistemas insulares, cada vez es más difícil la localización de lugares óptimos para situar un vertedero. Por lo que la optimización de la gestión de residuos y su valorización energética es una cuestión crítica en estas regiones insulares como Canarias.

De todas formas la energía de la biomasa, en el caso de los residuos forestales, desde el punto de vista de la valorización energética, hay que entenderla como una externalidad positiva hacia la gestión forestal, por las ventajas de tener un monte limpio

de residuo forestal que puede actuar como combustible en caso de incendio. Incluso el hecho de crear puestos de trabajo.

## 8. Maquinaria

El aprovechamiento de la biomasa como material procedente bien de cultivos energéticos, bien de la explotación forestal con otros fines, son actividades que se deben mecanizar todo lo posible con el objetivo de reducir costes y optimizar la productividad, además de limitar, por su coste, trabajos realizados con mano de obra.

No existe mucha maquinaria en el mercado, diseñada exclusivamente para la gestión de la biomasa forestal, si bien es posible adaptar maquinaria agrícola, para su uso en la recogida y aprovechamiento de la biomasa. En el caso de las operaciones de compactado y astillado sí se puede encontrar maquinaria específica.

Para enumerar las operaciones y maquinaria a utilizar para la gestión de la biomasa es necesario clasificar los residuos forestales en biomasa leñosa y biomasa herbácea.

### **Operaciones en la biomasa leñosa** (IDAE, 2007):

- Procesadoras.
- Autocargadores.
- Maquinaria para el astillado y compactado.

En pellets, briquetas, empacado.

### **Operaciones en la biomasa herbácea** (IDAE, 2007):

- Equipos de labranza.
- Equipos de abonado.
- Equipos de siembra, plantación y trasplante.
- Equipos para la recolección del forraje.



Existe una maquinaria específica en el mercado para el sector de la biomasa, como por ejemplo la empaquetadora de la empresa Trabisa SA con un rendimiento de 20 a 25 balas/hora en función del tipo de material a empacar. El peso de la bala varía entre 300 y 700 kg dependiendo del tipo de material y su contenido en humedad. La Astilladora SAT3, desarrollada con fondos de la Agencia Andaluza de la Energía (Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa) y Valoriza Energía, posee unos rendimientos interesantes en terrenos llanos, lo que hace difícil su aplicación a las explotaciones forestales en Canarias debido a las pendientes existentes, si bien en alguna finca agrícola se podría utilizar.

## **9. Aspectos ambientales y económicos**

En cuanto a los aspectos ambientales, el uso energético de la biomasa es una actividad altamente beneficiosa, tanto en la fase de producción como en la de su transformación energética. Los efectos más positivos sobre el medio son los relacionados con la disminución de incendios y plagas forestales asociados a la gestión del residuo forestal. En cuanto a las emisiones a la atmósfera de las instalaciones de aprovechamiento energético, debe tenerse en cuenta su baja peligrosidad, debida a la composición elemental de la biomasa, que se encuentra prácticamente exenta de elementos como el cloro o el azufre. En lo que respecta a las emisiones de dióxido de carbono, en un esquema sostenible de producción de energía a partir de biomasa residual, el balance de CO<sub>2</sub> será, cuando menos, neutro, al emitirse a la atmósfera una cantidad de carbono equivalente a la fijada por la biomasa en su formación.

En relación a los aspectos económicos, los estados de madurez asociados a las tecnologías necesarias para la transformación son muy distintos, desde tecnologías maduras para los usos térmicos en el sector industrial hasta tecnologías incipientes en usos térmicos domésticos o generación eléctrica mediante cogeneración. Por otro lado, el uso de biomasa de residuos forestales depende de las actividades forestales, no energéticas, realizadas en los montes. Estas actividades se programan según criterios no energéticos, de forma que no permiten asegurar la disponibilidad de biomasa según las necesidades de las centrales de producción energética. La gran variación de los costes de extracción según el lugar, la especie forestal y el tipo de aprovechamiento dan lugar a un amplio intervalo de costes de la “materia prima”, que en la mayoría de los casos supera los límites establecidos para su uso energético. La existencia, en algunos casos, de un uso alternativo, generalmente consolidado, tampoco facilita competir con él.

Uno de los problemas evidentes con respecto de la producción de biomasa es las reducidas dimensiones de las islas para poder producir una gran cantidad de combustible de biomasa, dado que las plantas de generación de energía necesitan un volumen crítico de combustibles para ser rentables y funcionar. Sin embargo, en el mercado existen pequeñas calderas que hace que haya un ahorro considerable con respecto a las calderas de gasoil y que en un periodo de tiempo corto la caldera esté amortizada.

Otro problema, más relacionado con el medio ambiente, supone que la extracción de la biomasa forestal procedente de los restos de cortas o tratamientos silvícolas provoca el aumento de erosión en laderas de pendiente acusada como es el caso general de las islas Canarias, asimismo provoca la disminución de la fertilidad y del contenido de materia orgánica, finalmente existe peligro de la compactación del suelo, con lo que se genera un aumento de la escorrentía y por lo tanto de erosión hídrica (el régimen de precipitaciones en Canarias es torrencial).

**Tabla 12.1** Costes de los diferentes aprovechamientos de la biomasa (PER ,2005-2010)

Uso	Coste por Tonelada	Coste de inversión por kW
Térmico Doméstico	60 a 160 € ( en función del grado de elaboración del combustible)	282 €
Térmico Industrial	0 a 35 € ( en función de la propiedad del combustible)	73 €
Eléctricas Biomasa	31 a 43 € ( natural-cultivo energético)	No disponible
Eléctricas Co-Combustión*	47 €	No disponible

\* Sustitución de parte del carbón empleado en la central, entre el 5-20% en energía, por biomasa.

## 10. Innovación tecnológica

En resumen, el análisis realizado de los recursos forestales y de su valorización energética ha llevado a plantear nuevas líneas de innovación tecnológica explicitadas en el Plan de Energías Renovables en España (PER) 2005-2010 y que implicaban las siguientes actuaciones prioritarias:

- Métodos analíticos para la determinación de estándares de calidad.

- Caracterización física y energética de la biomasa.
- Desarrollo de sistemas y maquinaria de recogida de biomasa.
- Sistemas logísticos para el suministro de biomasa.
- Métodos y equipos para la adecuación de la biomasa a su uso energético.
- Mejora de sistemas de manipulación de biomasa en las plantas transformadoras.
- Desarrollo de equipos eficientes para el uso de la biomasa en el ámbito doméstico y de tecnología para la fabricación de calderas para aplicaciones térmicas y eléctricas.
- Desarrollo de técnicas de limpieza de gases.
- Desarrollo de sistemas de gasificación (descomposición térmica con aporte limitado de oxígeno) para obtener gases combustibles a partir de la biomasa, adaptando turbinas y motores de gas a sus características.
- Desarrollo de sistemas de pirolisis (descomposición térmica en ausencia de oxígeno) para obtener carbón vegetal a escala industrial.

No obstante, no parece que se haya avanzando mucho en los distintos aspectos expuestos, principalmente debido a la necesidad de las importantes inversiones necesarias, y mucho menos en un territorio insular como es Canarias. Entre las iniciativas en este sentido destaca el proyecto “Cooperación y Sinergias en materia de aprovechamiento forestal sostenible en la Región Macaronésica - FORESMAC”, enmarcado en el Programa de Cooperación Transregional Madeira-Azores-Canarias 2007-2013, que bajo la iniciativa de las autoridades competentes de las regiones macaronésicas de Canarias, Azores y Madeira, pretende crear un espacio de intercambio de experiencias sobre la necesidad de desarrollar una estrategia forestal común para asegurar la sostenibilidad de los recursos forestales de la región Macaronésica a largo plazo. En este proyecto destaca el documento sobre el estudio de las masas forestales susceptibles de proporcionar biomasa.

Una iniciativa interesante es la futura creación de una planta piloto de producción de biomasa y generación con la misma de energía eléctrica, utilizando terrenos semiáridos, por ejemplo en la isla de Fuerteventura, donde existen condiciones para

desarrollar un sistema de agronomía intensiva sin generar ningún tipo de impacto ambiental.

Otra iniciativa para el archipiélago canario, impulsada por Guillermo García-Blairsy Reina, es la propuesta de cultivar biomasa sin utilizar suelos fértiles, sin pesticidas, sin deforestar y sin monocultivos, es decir, no utilizar las formas convencionales de producción en la actualidad y utilizar el mar como lugar de plantación de algas de forma intensiva, además esta producción de biomasa marina tiene otra ventaja como la producción de microalgas que luego se envasan y venden en el mercado como alimentos o como complementos alimentarios con una gran demanda. Estos cultivos permiten producir productos que tienen proteínas de alta calidad y antioxidantes.

En Fuerteventura ha habido otra iniciativa interesante que ha sido la producción de *jatrofa* para biocombustible, en este proyecto impulsado por la empresa DISA, Gobierno de Canarias y las dos universidades del archipiélago, se persigue obtener biodiesel tras la extracción de aceites vegetales.

El Instituto Tecnológico de Canarias (ITC), a través de la División de Investigación y Desarrollo Tecnológico, ha propuesto a la Comisión Europea dos innovadores proyectos cuya finalidad es desarrollar una valoración energética de los residuos en Canarias. Estos proyectos comenzaron su fase de desarrollo en 2009 e investigan los residuos sólidos urbanos, los lodos de depuradora y los residuos de actividad agrícola, que según el ITC son las fuentes más interesantes de explotación de biomasa energética en las islas, debido a las dificultades estructurales que éstas presentan para desarrollar cultivos energéticos a gran escala.

Estos proyectos son los siguientes;

- **Suitable Waste to Energy Technologies for Islands** (tecnología de aprovechamiento energético de residuos aptos para islas europeas) (SWETI).
- **Bioenergy Supply Chain Integration in Vulnerable Regions** (integración en regiones vulnerables de la cadena de suministro bioenergético) (BIOCHAIN)

El primero se basa en identificar la problemática que existe en las islas europeas con respecto a los residuos, ya que no hay localizaciones disponibles para su ubicación o bien están sobresaturados, convirtiéndose en cuestiones problemáticas para la gestión sostenible de las islas, por lo que la optimización de la gestión de residuos y su valorización energética es una cuestión crítica en regiones insulares. Este proyec-

to, en definitiva, pretende identificar potencialidades en la valorización energética de los residuos, así como identificar los recursos energéticos potencialmente aprovechables en los sistemas insulares europeos.

En el segundo proyecto, busca desarrollar metodologías, para desarrollar y utilizar bioenergía en regiones insulares.

La energía de la biomasa, en Canarias, va a ser un recurso energético renovable, pero siempre complementario a las otras energías renovables con más presencia y utilidad en las islas, esto es la energía eólica y la solar.

## 11. La gestión en Canarias

En Canarias no hay plantas ni inversiones importantes en el sector energético de la Biomasa, habiendo sólo instalaciones de pequeñas dimensiones para la gestión de residuos propios.

La Conferencia Sectorial de Medio Ambiente repartió en el año 2006 las siguientes cantidades distribuidas por Comunidades Autónomas:

**Tabla 12.2;** Fondos repartidos para el fomento de la biomasa en 2006.

CCAA	Fondo en euros
Máximo subvencionado (CCAA Galicia)	1.695.700,98 €
Medio	600.000 €
Mínimo subvencionado (CCAA Canarias)	13.538,65 €
Total en España	10.000.000 €

Las características forestales de la Comunidad Autónoma de Canarias condicionan las cantidades y los tipos de residuos forestales que se generan. Según detalles del Plan Integral de Residuos de Canarias (PIRCAN) 2000-2006, el suelo forestal arbolado ronda las 112.000 hectáreas, encontrándose más de 80% bajo alguna de las categorías de protección establecidas en la Ley de Espacios Naturales de Canarias.

Los aprovechamientos tradicionales de los residuos forestales consisten en el uso de pinocha (acículas de pino) y de ramas de pino que son astilladas, para su aplicación en camas de ganado o para extenderlos directamente sobre los cultivos; las

ramas de brezo y castaño se usan en jardinería y existen producciones artesanales de carbón vegetal en “carboneras” para el uso domiciliario (barbacoas). No obstante, puede concretarse que existe una clara tendencia a decrecer de estos aprovechamientos tradicionales, dado el desarrollo alcanzado por los sectores agrícola y ganadero.

La falta de una gestión adecuada de los residuos forestales no da lugar a una contaminación orgánica, por lo que no ha existido preocupación por parte de las administraciones públicas por incluir estos tipos de residuos en las prescripciones legislativas sobre eliminación y gestión. Sin embargo, los problemas están relacionados con la conservación de los montes, en concreto con la prevención de incendios y de plagas. Por ello actualmente sí se consideran los residuos de la actividad forestal como un peligro potencial, por lo que su gestión debe considerarse dentro de las labores propias de la silvicultura, pudiendo servir además de materia prima para algunos procesos productivos. Como consecuencia de todo ello, no existe ningún tipo de control que permita conocer el volumen de residuos generados, aunque su utilización sigue basada en los aprovechamientos tradicionales.

Los consumos de energía en forma de biomasa son muy reducidos en comparación con otras comunidades autónomas, llegando a estimarse un uso de unas 2.183 tep (toneladas equivalentes de petróleo) al año.

**Tabla 12.3;** Consumos aproximados de energía procedente de la biomasa por sector económico en Canarias. (2010)

Sector	Consumo en Tep año
Primario (agricultura-forestal)	900
Industrial	83
Servicios (hoteles – restauración)	1200

Los problemas detectados en el aprovechamiento de este tipo de biomasa en Canarias son los siguientes:

- Costes técnicos actuales elevados, en fase de desarrollo y reducción.
- Importancia de la economía de escala en las instalaciones.
- Precio por kWh producido alto con respecto a otros tipos de generación utilizados en el archipiélago.

- Territorio limitado en extensión.
- Orografía abrupta, centrales alejadas de los centros de producción.
- Costes elevados de transporte.
- Aprovechamiento forestal complicado y de difícil acceso en algunas zonas.
- Compatibilidad del aprovechamiento con la categoría del espacio natural.
- Dependencia total de las condiciones climáticas.
- Desconocimiento y desconfianza hacia nuevas tecnologías no probadas profundamente en el archipiélago.

## **12. Líneas de actuación y potenciales teóricos**

El potencial teórico de biomasa de origen forestal en Canarias, producido por los bosques de pino canario y la laurisilva se puede estimar aproximadamente en 5.500 tep/año, si a este potencial se le suma la biomasa proveniente de los residuos agrícolas la cifra puede llegar a un potencial aproximado de 15.000 tep/año. De ahí la importancia de sumar ambos subproductos.

Independientemente de la política forestal que se aplique en Canarias y teniendo en cuenta además las competencias asumidas por los distintos Cabildos Insulares en lo concerniente a la gestión de los montes, sería necesario abordar actuaciones del tipo:

- Elaboración de un censo de residuos forestales pormenorizado según su gestión.
- Difundir técnicas y tecnologías apropiadas para el aprovechamiento de la biomasa y que, a su vez, puedan ser incorporadas por las empresas de servicios forestales en Canarias.
- Contribuir al desarrollo rural mediante la generación de empleo en empresas de servicios forestales y a través de la instalación de plantas de biomasa forestal en Canarias.



- Evaluación de las demandas según los aprovechamientos tradicionales y sus posibles alternativas.
- Eliminación de obstáculos y en la superación de deficiencias que impidan la utilización de la biomasa forestal como fuente de energía renovable.
- Disminución de la dependencia de los combustibles fósiles en la producción de energía.
- Dotación de infraestructuras viarias y de almacenamiento y recogida en los bosques.

De esta forma y según recoge el PIRCAN en una primera fase, y debido a la baja producción de residuos forestales (sobre la cual no existen datos fiables), no sería necesario tomar medidas importantes, sometiendo los residuos no valorizables a picado o astillado, para su mejor integración en el ciclo de nutrientes del suelo, o su quema controlada cuando exista peligro de incendio por acumulación de combustible en el monte.

En una segunda etapa, y de acuerdo con las líneas de actuación recogidas en el Plan Forestal de Canarias, si se generara una mayor cantidad de residuos forestales, se podrían implantar otras posibilidades de valorización, como actividades de reutilización y reciclado, así como su aprovechamiento energético, tanto siguiendo la línea tradicional (empleo en agricultura y ganadería, carboneo) como siguiendo nuevas líneas (empleo en jardinería, fabricación de briquetas combustibles, procesos de combustión).

De todas formas, la principal fuente de energética renovable en Canarias debe ser la que utiliza el sol y el viento, en tanto que la biomasa tiene que ser utilizada como un complemento a las anteriores y a las convencionales que actualmente suministran el mayor porcentaje de energía utilizada en el archipiélago. Aunque en la energía de la biomasa no solamente hay que verla como otra energía más, sino como una energía que mantiene la calidad ambiental de los bosques canarios ayudando a su protección y generando puestos de trabajo.

Uno de los problemas que se ven en este tipo de recursos energéticos es la falta de confianza en los mismos, no hay confianza en cambiar la forma convencional de generar energía y por otro lado no hay confianza en un suministro de combustible a medio-largo plazo a precios ajustados.

Las diferentes Administraciones Públicas en Canarias deben ejercer de motores ejemplarizantes, funcionando como una fuente de confianza, utilizando plantas modelo para demostrar la viabilidad de los proyectos de generación mediante biomasa.

En cualquier caso, la inversión que se contempla por el PIRCAN en el Plan de Residuos Forestales es sencillamente de cero euros.

### **Bibliografía consultada y referencias**

- CONSEJERÍA DE INDUSTRIA, COMERCIO Y NUEVAS TECNOLOGÍAS (2007); “Plan Energético de Canarias (PECAN 2006-2015)” (2007).
- CONSEJERÍA DE POLÍTICA TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE; “Decreto 161/2001, de 30 de julio, por el que se aprueba el Plan Integral de Residuos de Canarias (PIRCAN)”, Boletín Oficial de Canarias, 134, 15415-15615 (5/10/2001).
- CONSEJERÍA DE POLÍTICA TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE; “Anuncio de 7 de julio de 1999 por el que se hace público el Acuerdo adoptado por el Gobierno de la Comunidad Autónoma de Canarias en la sesión de 25 de mayo de 1999, de aprobación del Plan Forestal de Canarias”, Boletín Oficial de Canarias, 117, 13093-13094 (31/08/1999).
- CORTES GENERALES; “Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes”, Boletín Oficial del Estado, 280, 41422-41442 (22/11/2003).
- FORESMAC .Estudio de las características de las plantas de aprovechamientos de recursos forestales mediante pirolisis.
- GOBIERNO DE CANARIAS; “Ley 1/1999, de 29 de enero, de Residuos de Canarias”, Boletín Oficial de Canarias, 16, 1570-1583 (05/02/1999).
- ASEMFO (2006).Guía para el uso y aprovechamiento de la biomasa en el sector forestal.
- IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) (2007). *“Biomasa: Maquinaria agrícola y forestal”*.
- JARABO, F., ELORTEGUI, N. Y JARABO, J. (2000); “Fundamentos de tecnología ambiental”, S.A.P.T. Publicaciones Técnicas, S.L., Madrid.
- JARABO, F., ELORTEGUI, N., PÉREZ, C., FERNÁNDEZ, J., SANZ, M. Y MACÍAS, J. (2000); “Energías renovables” (2ª ed.), S.A.P.T. Publicaciones Técnicas, S.L., Madrid.
- JARABO, F., FERNÁNDEZ, J., TRUJILLO, D., ELORTEGUI, N. Y PÉREZ, C.(1999); “La energía de la biomasa” (2ª ed.), S.A.P.T. Publicaciones Técnicas, S.L., Madrid.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO; “Plan de Energías Renovables en España (PER) 2009-2010”, IDAE, Madrid (21/07/2005).
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO; “Plan de Acción Nacional de Energías Renovables de España (PANER) 2011-2020”, IDAE, Madrid (30/06/2010).
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO; “Plan de Energías Renovables 2011-2020 (Borrador)”, IDAE, Madrid (26/07/2011).



# Aprovechamientos hídricos. Precipitación horizontal en los montes canarios

Juan Carlos Santamarta Cerezal  
Javier Seijas Bayón

## 1. Introducción histórica al aprovechamiento de la precipitación horizontal

La primera constancia del uso directo y de la observación del fenómeno de la precipitación horizontal la podemos encontrar en la isla de El Hierro. Esta isla, formada por materiales geológicamente jóvenes, presenta una elevada permeabilidad, por lo que la mayoría del agua de lluvia se infiltra en el suelo y no tuvo ni tiene recursos hídricos continuos ni consistentes que puedan asegurar el consumo durante el año, especialmente en los años secos. En este sentido los primeros habitantes de la isla, los bimbaches, no tenían la facilidad de encontrar y aprovechar el agua como sus vecinos de las islas contiguas como La Gomera, La Palma o Tenerife, donde si corrían los barrancos.

Por ello, los Bimbaches tuvieron que agudizar el ingenio para aprovechar el agua que podían disponer. De esta manera aprendieron a utilizar los “eres” o charcos que se forman en las cavidades naturales de los cauces de los barrancos que conservaban cubiertos de materiales de arrastre y que eran impermeables. La arena la apartaban para llenar de agua sus odres y posteriormente la extendían para evitar la evaporación.

Aprendieron también a practicar huecos en las ramas de los árboles (“guácimos”, “guárzamos” o “guálsamos”) que se llenaban con el agua proveniente de las propias

ramas del propio árbol al condensar las brumas. Estos huecos pasaban de padres a hijos y se distribuían estratégicamente a lo largo del monte.

El profundo conocimiento de la tierra donde habitaban, les permitió escoger lugares donde abrir huecos en la tosca hasta la profundidad justa para no romper la capa impermeable. Así impedían la infiltración y pudieron recoger y conservar en ellos agua proveniente de la hoy llamada “*lluvia horizontal*” que les proporcionaban los árboles de sus frondosos bosques de Laurisilva.



**Figura 13.1:** El actual árbol Garoé en la isla de El Hierro. (Santamarta, JC)

De entre todos estos árboles y lugares escogidos por los Bimbaches, destaca con nombre propio el árbol del “*Garoé*” o “Árbol Santo” que fue el símbolo indiscutible de la historia aborigen de El Hierro. Era, según crónicas y grabados, un árbol perteneciente a la especie “*Ocotea foetens*” (Til), y que en sus inmediaciones se habían practicado pocetas para el almacenamiento del agua, acompañado de una red de canales. Como curiosidad las pocetas en forma de bota se excavaron hacia el interior de la ladera, tenían una característica singular que era que la impermeabilización de las mismas fue posible al mezclar árido con resina de pino, por lo que puede ser la primera impermeabilización artificial de Canarias.

Un huracán en el año 1.610 derribó al Garoé, dejando a la isla huérfana de su mejor recurso para el abastecimiento de agua.

En la actualidad existe un Til joven, procedente de plantación, que ocupa el lugar donde dicen vivió el Garoé. En días apropiados de brumas se puede comprobar que la condensación de la bruma provocada por este árbol es importante. De hecho todas las pocetas excavadas por los Bimbaches que se conservan en la actualidad permanecen prácticamente llenas a lo largo de todo el año.

Dando un salto en el tiempo y, refiriéndonos a la arquitectura popular herreña, todas las viviendas y zonas de cultivo poseen aljibes archetados. Las captaciones se han realizado con enchachados de hormigón. Ello quiere decir que la cultura del agua es inherente a la isla y a sus habitantes.

## **2. El mar de nubes**

En las Islas Canarias existen tantas formas de entender los recursos hídricos y forestales como islas, es decir, siete. Desde las más cercanas al continente africano, con unas precipitaciones cercanas a 120 mm; hasta las meridionales, con datos cercanos a los 700 mm y con una masa forestal importante en sus zonas de relieve y medianías.

Una característica climática singular del Archipiélago Canario son los llamados vientos alisios, un aire seco producido por el anticiclón de las Azores que somete a las islas a una estabilidad climática con temperaturas moderadas. Son vientos muy constantes con velocidades entre los 20 y 23 Km/h, estos vientos llegan cargados de humedad formando una capa de estratocúmulos, en cierta manera condicionan la distribución de lluvias en las islas, tanto la convencional como la horizontal, haciendo que donde se sitúan estos estratocúmulos haya más disponibilidad de agua. Las lluvias, aunque escasas, llegan cuando el anticiclón se desplaza y deja pasar frentes polares de aire frío. La estructura vertical del alisio presenta en la troposfera una superposición de dos capas: una fresca y húmeda inferior y otra cálida y seca superior; entre estas dos capas se sitúa una franja en la que la temperatura aumenta con la altura, lo contrario a lo que debería suceder en condiciones normales, esta estratificación suele ser muy estable. Otras características como la altitud, espesor y el gradiente térmico de esta inversión varían a lo largo del año, pero por lo general su base está por encima de los 800 m y su cima en torno a los 1.500 m de altitud. Los alisios soplan con mayor frecuencia e intensidad en el verano, en las demás estaciones sopla con menor frecuencia y es menos intenso.

La presencia de esta inversión térmica genera estabilidad en las islas, ya que impide que se produzcan movimientos de convección y limita el crecimiento vertical de las nubes; en consecuencia, sólo se forman nubes estratiformes como los estratocúmulos, que forman el llamado “mar de nubes”, más frecuente en el invierno. Otro factor fundamental para su efecto es la altitud y la orografía de las islas, sin una altitud mínima, el efecto no se produce. También influyen las masas forestales, ya que éstas hacen cierto rozamiento con respecto de las masas nubosas regulando la humedad que transportan y pudiendo aprovecharla.

Estudiando el balance hídrico de las Islas Canarias, si a la precipitación le restamos, la escorrentía, la infiltración y la evapotranspiración, se obtienen valores negativos en la ecuación del balance de agua para las islas occidentales. Esto hace pensar que el bosque y la vegetación deben obtener el recurso hídrico de alguna otra forma para superar este balance negativo.

Este nuevo recurso, a integrar en la ecuación del balance hídrico, es *la lluvia horizontal* o precipitación de niebla que a su vez deben ser complementados por el rocío. En el presente capítulo se exponen los fundamentos, experiencias y métodos para su captación y aplicaciones en diferentes actividades.



**Figura 13.2;** Mar de nubes en Tenerife. (Santamarta, JC)

Los recursos atmosféricos representados por la *lluvia horizontal* suponen una singularidad fundamental en las islas volcánicas, estos complementan los balances hídricos insulares, mediante la recarga del acuífero general de las islas de manera natural. De manera artificial estos recursos se pueden obtener para pequeñas demandas vinculadas al mundo forestal como por ejemplo, abastecimiento de áreas recreativas, depósitos para lucha contra incendios, bebederos de fauna, fuentes, etc.

### **3. Papel hidrológico de las masas forestales en las islas oceánicas**

La mayoría de las masas forestales en Canarias son relícticas. Este último concepto es importante debido a que según su significado “*un bosque es relíctico, cuando se establece en épocas anteriores en que el clima era más frío y húmedo que en la actualidad, y que se ha conservado en los valles más umbríos, donde la topografía favorece la formación de nieblas y mayores precipitaciones.*” Esto en las islas Canarias se traduce en que estos bosques se asocian a la precipitación horizontal o de niebla, por eso tienen una importancia fundamental para la construcción del ciclo hidrológico.

El papel hidrológico de las masas forestales dentro de los ámbitos insulares volcánicos es fundamental, principalmente en dos sentidos, por una parte es un agente pasivo encargado de disminuir la erosión, conservar y sujetar el suelo y por último aumentar la infiltración al disminuir la escorrentía. Por otra parte, la masa forestal, actúa como regulador de recursos atmosféricos, la denominada *lluvia horizontal o precipitación de niebla*. La ubicación de las masas forestales en las islas occidentales Canarias, no es cuestión de casualidad sino que atiende a factores meteorológicos, ecológicos e hidrológicos, entre estos destacan la disponibilidad de agua en el suelo, orografía en el sentido de disponer la suficiente altitud para el aprovechamiento de la precipitación horizontal y, por último, la presencia de los vientos alisios que la generan.

La situación de mayor cantidad de masas forestales en las dorsales de las islas condiciona de una manera importante la recarga natural de los *acuíferos de las vertientes*, aprovechado principalmente en las islas occidentales canarias mediante las galerías o minas de agua. Se observa que las masas de *pino canario*, regulan más recursos atmosféricos que la *laurisilva* debido a la forma más aerodinámica de las acículas de los pinos. Por último, el papel de la masa forestal como recargadora de los recursos hídricos subterráneos, fundamental para completar el ciclo hidrológico en islas occidentales.



Estos recursos atmosféricos no son exclusivos de las islas occidentales ni de grandes coronas forestales, sino que también existen en las orientales como la isla de Lanzarote (*Risco de Famara*), donde se han obtenido valores de  $469 \text{ L/m}^2$  en un año, superior a la media pluviométrica de la zona establecida en unos  $150 \text{ L/m}^2$ . De hecho otra muestra de la implicación de la *lluvia horizontal* con la recarga de los acuíferos subterráneos es que en el macizo de Famara, existen dos pequeñas galerías con un caudal de unos  $7 \text{ L/s}$  que se nutren de esta lluvia y canalizada por la pequeña vegetación en la cima del risco.

Francisco Ortuño en el año 1951, en el anejo "*El bosque y el agua*" sobre la lluvia horizontal, estimó la cuantía de agua captada en masas forestales de pino, en el caso de la isla de Tenerife, en las Cumbres de Realejo Bajo, y en la isla de Gran Canaria, en el Pinar de Tamadaba. Para ello usó dos pluviómetros tipo Hellmann de  $200 \text{ cm}^2$ , situados a  $1,50 \text{ m}$  sobre el suelo. Uno se colocó dentro de la base de influencia del pino y el otro, apartado del pie del árbol. Ortuño estableció que el aumento de la función captadora de la masa forestal es del orden de tres veces ( $3.038 \text{ mm}$  frente a  $955,5 \text{ mm}$  en Tenerife,  $2723 \text{ mm}$  frente a  $864 \text{ mm}$  en Gran Canaria), un dato fundamental no solo a nivel hidrológico, sino hidrogeológico, porque esta masa forestal es la que logra que se recargue el acuífero en las islas occidentales aumentando los recursos hídricos que se infiltran en el terreno por medio de las raíces.



**Figura 13.3;** Captadores en el Macizo de Famara, Lanzarote (Santamarta, JC)

Como valores generales de estimación de la *lluvia horizontal* ésta se puede tomar en determinadas zonas de las islas occidentales en base a estudios del antiguo ICONA y de Administraciones forestales de las islas en un orden de 1,5 a 2 veces la *lluvia convencional*. Algunos autores hablan de un valor de 3.

Los métodos de captación de *agua atmosférica*, establecen la posibilidad técnica de disponer de agua para uso forestal en entornos poco accesibles, lo que evita acometer grandes infraestructuras en conducciones con un impacto importante al entorno natural. En algunas islas (El Hierro, La Gomera) ya es una realidad, con caudales razonables y similares a los obtenidos por otros autores. La calidad del agua obtenida es razonable y es posible su uso para ganado, pequeños cultivos y consumo humano, ya que en análisis realizados no se encuentra ningún elemento de toxicidad importante para limitar su uso.

Otro aspecto a considerar son los recursos hídricos. En las Islas Canarias, en general, al tener un suelo volcánico, el agua se infiltra con facilidad en el subsuelo. Esta particularidad se hace más evidente en la Isla de El Hierro donde, por su juventud, prácticamente toda la lluvia se transforma en infiltración. Además en Canarias prácticamente no existen cursos continuos de agua, lo que ha generado una cultura del agua importante en el archipiélago y unos sistemas de captación únicos.

En las islas occidentales, los recursos hídricos se captan por medio de galerías horizontales, que drenan el acuífero, y pozos. También en menor medida existen pequeños aprovechamientos de agua superficial, como los tomaderos y algunos embalses, con capacidades de 1 a 5 Hm<sup>3</sup> (salvo Soria en Gran Canaria con 32 Hm<sup>3</sup>). En el caso de las islas orientales, la escasez de lluvias y la existencia de un terreno más árido hacen que los pocos recursos hídricos subterráneos que existen tengan unas conductividades eléctricas prohibitivas para cualquier aprovechamiento, por lo que se ha recurrido a la desalación en numerosas ocasiones.

En las islas orientales, aunque existe el efecto de la lluvia horizontal, este es muy escaso, debido al poco relieve existente, que es fácilmente superado en altura por el mar de nubes. Por ello, el presente estudio se centrará en las islas occidentales, donde este fenómeno tiene una importancia vital para la masa forestal y la recarga de los acuíferos.

#### 4. Fundamentos físicos de la precipitación horizontal o de niebla

En primer lugar se van a diferenciar varios conceptos que podrían llevar a equívoco. El término *niebla* hace referencia a una suspensión de gotas de agua muy pequeñas en la atmósfera, cerca de la superficie del suelo, que reducen la visibilidad a menos de un kilómetro de distancia. Esta niebla, en función de la visibilidad, puede clasificarse de *neblina* a *bruma*. Las *nubes*, en cambio, están a centenares de metros sobre el suelo, las gotas son de mayor tamaño que en el caso anterior y se convierten en lluvia horizontal cuando en su trayectoria interceptan una cadena montañosa o relieve, como es el caso de las islas occidentales de Canarias con cotas de 800 a 1.500 m.s.n.m.

La cantidad de agua que depositan estas lluvias, está basada en la densidad de las nubes. Estas pueden ser desde poco densas, con una cantidad de agua de 0,05 g/m<sup>3</sup>, a muy densas, con una densidad de 3 g/m<sup>3</sup> (Schemenauer y Cerecera, 1994).

Para producirse la lluvia horizontal se necesitan unos parámetros físicos y meteorológicos adecuados. De forma sintética se puede decir que es necesario que la fuerza del viento sea razonable, ya que si no, las gotas de agua permanecen en suspensión y no son captadas por las ramas u hojas. Además esta precipitación aumenta cuando la temperatura del aire descende. El mar de nubes es más frecuente de marzo a agosto en términos generales. La cota media donde se dan este tipo de precipitaciones está en el rango de 900 a 1.600 m (Santana, 1987).

A nivel de *estructura forestal de captación*, es necesario nombrar los estudios de Kämmer (1974), quien estudió los diferentes efectos de la humectación en diferentes especies vegetales, así como su relación con la cantidad de precipitación de niebla captada. Las especies utilizadas fueron *Laurus azorica* y la *Ericascoparia*. El resultado del experimento demostró que capta más agua una forma de hoja de tipo acicular, puesto que el tipo de hoja de superficie amplia produce un flujo turbulento en las proximidades de la hoja, de forma que las pequeñas gotas son rebotadas y es difícil el contacto y adherencia de la gota con la hoja. Sin embargo, la forma acicular presenta unas formas más aerodinámicas que no producen remolinos. Esta circunstancia se puede observar en el *Pinus canariensis*, de hoja compuesta por tres acículas. Resumiendo, se puede indicar, a nivel general, como se comentó anteriormente, que es más “captadora de recursos hídricos atmosféricos” una masa forestal de pino canario o brezal que la propia Laurisilva, que en su mayoría presenta hojas con limbo ancho.



**Figura 13.4;** Efecto del crecimiento de las gotas de agua en la hoja acicular

Otros factores son perfil, volumen y constitución de la superficie del obstáculo. También según el autor Braojos, la pendiente del terreno combinada con la densidad de vegetación determinan, finalmente, la capacidad de captación natural.

## **5. Metodología y aplicaciones forestales**

La dinámica de formación de nubes es un proceso termodinámico que depende de la presión, el volumen y la temperatura. Se puede simplificar comentando que la capacidad portante de una nube depende de la energía que posea. La medida más sencilla es la energía cinética, que queda plasmada por la velocidad del viento. Por lo tanto, al disminuir bruscamente la energía cinética, no se puede sustentar todo el vapor de agua que porta la nube en saturación, y la consecuencia es la precipitación del agua vapor como agua líquida.

Este hecho es el que fundamenta las captaciones artificiales de la precipitación horizontal. Las ubicaciones ideales se escogen en función de la altitud, orientación y la factibilidad para el desbordamiento de los alisios. La altitud debe elegirse en función de la cota normal del régimen de alisios (600-1.500 m). Lógicamente, a mayor incidencia anual, mayor posibilidad de captación.

En cuanto a la orientación, en principio es factible cualquiera dentro de la cota normal de los alisios, pero si se dispone de un barranco perfectamente orientado al noreste, las posibilidades de captación aumentan considerablemente. Un barranco encauza el viento cargado de humedad de manera que aumenta la velocidad del viento, su energía cinética y por lo tanto la cantidad de agua que pueda portar.

La factibilidad de desbordamiento de los alisios se muestra fundamental. Al venir el viento laminado por el Océano Atlántico y encontrarse con alturas superiores a su cota de funcionamiento, provoca el estancamiento de las nubes y un aumento de la presión (más capacidad portante), pudiendo ascender por encima de su cota normal. Si las cotas del terreno son muy elevadas, las nubes “resbalarán” lateralmente, pero si no lo son, la nube desbordará de forma que la velocidad del viento aumentará espectacularmente. Es precisamente en los lugares donde existe desbordamiento con aumentos importantes de velocidad, donde resulta ideal colocar los obstáculos o buscar dentro de la vegetación existente los árboles más adecuados, de los que ya se ha hablado.

Otro factor importante, sobre todo en captadores artificiales, es el calor específico. A mayor calor específico, mejores características para la captación. Basta tomar como ejemplo un metal que se enfría o se calienta fácilmente, mientras que en un



**Figura 13.5;** Efecto de la humedad del mar de nubes en el desarrollo de la laurisilva de los montes canarios. (Santamarta JC).



cuerpo orgánico, como es una planta, la temperatura es más constante. Al pasar una nube fría por un cuerpo metálico, provoca que éste disminuya su temperatura. De hecho si los obstáculos se realizan con mallas plásticas, se observará que la condensación comienza por las partes metálicas (como los vientos que la sujetan) antes que por la propia malla.

Si se dispone de un lugar apropiado para la condensación, el paso siguiente consistiría en el tipo de obstáculo a colocar. Si hay vegetación, el problema podrá quedar resuelto pudiendo utilizar las dos técnicas siguientes: empedrado de una superficie en el suelo o recogida del agua que pueda resbalar por el tronco.

Es importante mencionar que es imprescindible asegurar la pervivencia de la planta a la que se someta a un proceso de captación, por lo que en el caso del empedrado se dejará un alcorque, para que el agua de lluvia o de la precipitación horizontal resbale por los troncos y pueda ser aprovechada por la planta.

Si se elige captar el agua que resbala a través de un tronco, existe un factor importante que se debe tener en cuenta: la arquitectura de la planta. Un árbol cuyas ramas sean péndulas no tendrá unos caudales importantes, ya que el agua que recojan terminará en el suelo. Sin embargo si las ramas son bastante patentes, el agua que recoja pasará a engrosar la que de por sí, resbale por el tronco.



**Figura 13.6;** Captador, depósito y masa forestal para abastecimiento de área recreativa en la isla de La Gomera. (Santamarta JC).

El impacto que producen este tipo de captaciones es relativamente importante, pero el beneficio que de ellos se deriva es, a su vez, también muy interesante: no se provoca muerte en la vegetación, la disminución de aportes hídricos a los acuíferos es insignificante, al conseguirse agua a cotas elevadas se evitan costosas elevaciones por bombeo, se pueden proporcionar agua en cualquier época del año (no supeditándose exclusivamente a la época de lluvias), etc.

Es posible que a medida que se avance en el conocimiento y en las investigaciones las instalaciones queden obsoletas o, quizás, con poco rendimiento, pero se podrán implementar nuevas instalaciones y dismantelar las existentes sin que esto suponga mayores problemas.

El impacto visual que causan estas instalaciones es probablemente el mayor problema con el que nos encontramos de cara a la realización de unas explotaciones mayores.

## 6. Métodos de captación

Aunque ya se ha comentado algo sobre sistemas de captación por parte de la planta, realmente existen dos vías para la captación de aguas procedentes de la lluvia horizontal para fines forestales: *una biológica*, usando los propios árboles y otra *no biológica o artificial*, usando atrapanieblas o captadores, los cuales tienen su origen en Chile, donde se instaló un sistema para abastecer a 330 personas por los profesores Cereceda y Schemenauer.

Las instalaciones no biológicas de captación estándar se denominaban los SCF (Estándar Fog Collector), de 1 m<sup>2</sup> que han evolucionado hasta los LFCs (Large Fog Collector). Hay que tener en cuenta los tamaños, ya que en el caso de Canarias, estarán sometidos a grandes vientos y temperaturas relativamente extremas, por lo que también tendrán un mantenimiento importante.

La vía de captación *biológica* se basa en un empedrado o impermeabilización que recoge las gotas de agua que se desprenden del árbol, después de ser condensadas por las hojas. Estas gotas se canalizan y se recogen en un aljibe.

Existe otro método que consiste en recoger el agua que resbala por la superficie del tronco y recogerla como si fuera un *pino en resinación*. Este método se encuentra

funcionando con resultados muy espectaculares en La Gomera y abastece a la Ade-cuación Recreativa de Las Nieves.

La vía de captación *no biológica*, por medio de captanieblas artificiales, consiste en ofrecer un obstáculo (una malla con una determinada luz) que condensa las micro-gotas de las brumas. Este sistema se ha instalado también en La Gomera, así como en El Hierro (en el pico de Malpaso y en los Llanos de Binto). El resultado de los captanieblas instalados en El Hierro es esperanzador, mientras que el de La Gomera no ha ofrecido los resultados apetecidos. Lo que sí se ha podido constatar es que la condensación comienza antes en los captanieblas que en la propia vegetación.



**Figura 13.7;** Captador esférico para medición de precipitación horizontal en la isla de Terceira, Azores. (Santamarta JC).

## 7. Estudio de casos de captaciones biológicas

A continuación se estudian los casos y rendimientos obtenidos en las islas de El Hierro y La Gomera.

En el Hierro existe una captación en una sabina situada en los Llanos de Binto, con empedrado de hormigón que data de mediados de siglo, en la que se han medido



un caudal superior a los 7.000 litros en una noche. Esta misma captación llenó un depósito de 200 m<sup>2</sup> en 5 meses. Evidentemente cabría pensar que es una solución interesante para aplicar en la autocarga de todos los depósitos de la zona.

Ya en la década de los 80, se realizó la captación de la “Sabina del Agua” en la Cruz de los Reyes. Se construyó un primer aljibe y se impermeabilizó mediante empedrado. El aljibe se llenó con rapidez y se construyó otro más. La historia se repitió hasta alcanzar la cifra de cuatro depósitos. Este fue el primer recurso hídrico que existió en las alturas de la isla, en cantidad suficiente, con fines de ocio y extinción de incendios.

También en la década de los 80, se construyeron grandes depósitos con fines pecuarios en la finca de La Dehesa, de captaciones pluviales, proporcionando el agua necesaria para el desarrollo normal de esta actividad.

Las actuaciones se basaron en copiar lo que ya se había realizado y que tan buenos resultados estaba dando, empedrados de hormigón alrededor de pies vegetales, que pudieran ofrecer una buenas características de condensación. Evidentemente también se aprovecha el agua pluvial pero, para obtener los mismos rendimientos que los empedrados deberían tener una superficie muy superior, independientemente de lo erráticas que pudieran resultar las lluvias.



**Figura 13.8;** Captador de agua mediante percolación por la plantación de dos sabinas en la isla de La Gomera. (Santamarta JC, 2009).

Se puede elegir cualquier especie para la captación, aunque en consonancia con las características comentadas anteriormente, se ha observado que las que mejor pueden funcionar son la sabina (*Juniperus turbinata*); el brezo (*Erica arborea*), aunque es muy sucio; el “cedro” en El Hierro (*Cupressus macrocarpa*), pues presenta unas características ideales; y por último el pino radiata (*Pinus insignis*). También se han realizado trabajos sobre pies de faya (*Morella faya*) con excelentes resultados. Si se observan las especies con las que se ha trabajado, presentan una característica común, hojas pequeñas y aciculares en concordancia con los estudios de Kämmer (1974) y elevada superficie de copas, que proporcionan una superficie específica elevada.

Volviendo a la isla de El Hierro, en ella se encuentran las captaciones más modernas:

- Las ya mencionadas sobre sabinas en los Llanos de Binto y la Cruz de Los Reyes, con resultados óptimos. Esta última ya no existe como tal, pues un incendio acontecido en 1990 la quemó, aunque la vegetación colindante formada por brezos y fayas ha pasado a desempeñar la función captora a la perfección.
- Los Llanos de Binto, al lado de los acantilados que dan al Golfo, conocidos como Letimes, fueron ejecutados sobre brezos y fayas en 1995, también con resultados óptimos. Abastecen dos depósitos de 200 m<sup>3</sup> cada uno, que se encuentran llenos en la actualidad.
- En la Llanía, sobre un brezo que aprovisiona a una fuente mediante un aljibe que se encuentra permanentemente lleno, ejecutado en 1996.
- En Malpaso, sobre fayas y brezos que abastecen al depósito de Jaranitas (vivero forestal y Hoya del Pino) de 350 m<sup>3</sup> y con resultado óptimo.
- También se encuentra en fase de estudio, concretamente para la medición del caudal anual, la Cruz de los Reyes en El Hierro. Los datos que se han podido recoger arrojan cifras dispares en función de la incidencia de los alisios y de la orientación de la vegetación.

En La Gomera, de siete pinos en los que se ha efectuado la experiencia, una vez colectados todos ellos en una única tubería, se ha llegado a medir 1 litro cada 24 segundos, mientras que en El Hierro, mediante un sifón y un contador, se llevan recogidos 2.500 litros en un año.

Volviendo a La Gomera, los tomaderos se hayan situados en el Parque Nacional del Garajonay, sobre *P. insignis*, aunque no llegaron a funcionar nunca para el abastecimiento de un depósito en Igualero, ejecutado al amparo del Decreto 1.105.

## 8. Aplicaciones forestales

Si podemos disponer de agua en altura, las posibilidades en su utilización son muchas, relatamos a continuación las que ya se están efectuando:

- Adecuaciones Recreativas, zonas de acampada.
- Aulas de la Naturaleza.
- Viveros forestales.
- En depósitos de cabecera, suministran agua a una red de hidrantes para la extinción de incendios. Proporcionan presión suficiente para el manejo de una lanza sin ayuda de motobombas, etc.
- Bebederos de fauna silvestre.
- Fuentes.



**Figura 13.9;** Deposito para sofocar incendios forestales en Tenerife utilizando agua de precipitación horizontal. (Santamarta JC, 2011).

### **Bibliografía consultada y referencias**

- BRAOJOS JJ (2010); Una metodología para la evaluación de la lluvia horizontal. El conocimiento de los recursos hídricos en Canarias cuatro décadas después del proyecto SPA-15. Homenaje póstumo al Dr. Ingeniero D. José Sáenz de Oiza
- KAMMER, F.; 1974 Klimaunf Vegetation auf Tenerife besondersimHinblinck auf den Nebelniederschalg. Gotinga, ScrptraGeobotanica.
- MARZOL JAEN, M. V.; 2003. La captación de agua de la niebla en la isla de Tenerife. Ed. Caja Canarias Obra Social.
- ORTUÑO MEDINA, F.; 1951. Plan de Desarrollo Económico de las Islas Canarias. Estudio sobre los problemas forestales de la provincia de Santa Cruz de Tenerife.
- SANTAMARTA CEREZAL, J. C.; 2008. Estudio y evaluación de las hidrotecnias e infraestructuras hidráulicas para la prevención de la desertificación en el archipiélago Canario. SECF. Reuniones de los grupos de trabajo. Libro de actas. Hidrología Forestal.
- SANTAMARTA CEREZAL, J. C.; RODRÍGUEZ MARTÍN, J.; 2008. Singularidades de las obras hidráulicas para abastecimiento de agua potable en medios volcánicos. El caso del archipiélago Canario. España. II Congreso Internacional sobre Gestión y Tratamiento Integral del Agua. Argentina.
- SANTANA PÉREZ, L.; 1987. Precipitaciones de nieblas en Tenerife. Simposio Internacional de Recursos hidráulicos Canarias Agua 2000. Puerto de La Cruz. Tenerife
- SANTAMARTA CEREZAL, JC.(2009) Singularidades sobre la construcción, planificación y gestión de las obras y recursos hídricos subterráneos en medios volcánicos. Estudio del caso en las Islas Canarias occidentales. Tesis (Doctoral), E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos (UPM) [En línea]. Universidad Politécnica de Madrid 2010, [ref. de 15 Octubre 2010]. Disponible en Web: <http://oa.upm.es/3389/>
- SCHEMENAUER, R.; CERECERA, P.; CARVAJAL, N.; 1987. Measurements of fog water deposition and their relationships to terrain features. Journal of Climate and Applied Meteorology, vol. 26 (9), 1.285-1.291.
- SCHEMENAUER S. AND CERECEDA P.1994. The Role of Wind in Rainwater Catchment and Fog Collection, In: Water International, 19.
- SCHEMENAUER, R.; JOE, P.; 1988.The collection efficiency of massive fog collector. Atmospheric Research, 24, 53-69.
- SEIJAS, J. (1998): Precipitación Horizontal en los Montes Canarios. V Jornadas Forestales de Gran Canaria.



# Hidrología Forestal y conservación de suelos en medios insulares volcánicos

Juan Carlos Santamarta Cerezal  
Juan Guzmán Ojeda

## 1. Introducción

En las islas volcánicas, confluyen dos factores importantes a la hora de hablar de la hidrología forestal y la conservación de suelos. El primero es el régimen torrencial de lluvias, esto supone que los barrancos tienen un comportamiento muy irregular en relación a sus caudales, que son secos durante la mayor parte del año, pero que, debido a fuertes lluvias en un breve intervalo de tiempo, se generan crecidas importantes y destructoras, con grandes arrastres de material en determinados casos. Generalmente en terrenos continentales estas situaciones se dan en zonas áridas o semiáridas o bien en zonas de alta montaña. Este caso comentado es el usual en Canarias y en general en las islas volcánicas, barrancos secos durante la mayor parte del año, que fluyen con agua y materiales sueltos cuando hay lluvias torrenciales, los barrancos se pueden asemejar a las ramblas del Mediterráneo.

El segundo factor es la morfología y pendiente de las islas, debido a que se forman a partir de un estratovolcán o varios, esto hace que, debido a la lluvia, los materiales que están en las laderas, se transporten hacia los barrancos, creando canalillos, surcos e incluso cárcavas en los valles. Esta pendiente también condiciona y dinamiza la velocidad del agua, muy elevada, favoreciendo el arrastre de los materiales sueltos, incluso de materiales de dimensiones elevadas que se encuentran en el fondo del barranco.

Estos materiales arrastrados, generan aguas abajo problemas a las poblaciones, cuando no son evacuados correctamente los caudales, como es el caso de puentes u otras obras de paso con secciones reducidas, mal calculadas o bien taponadas por residuos, no dejan pasar correctamente las crecidas o avenidas cuando éstas se producen, con lo que se forman pequeñas presas, inundando su zona de influencia.



**Figura 14.1;** Obstrucción de un cauce de un barranco en la zona norte de Tenerife (Santamarta JC, 2010)

## 2. Los suelos volcánicos

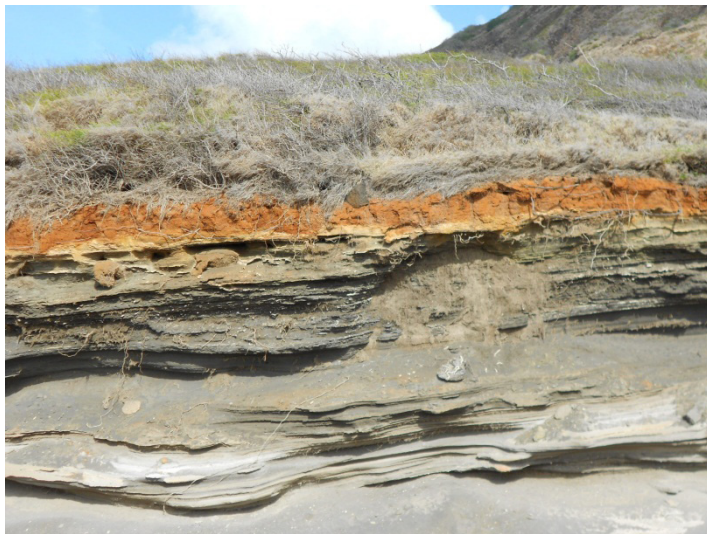
La tipología de suelos representada en los terrenos volcánicos son los *andosoles* y los *aridisoles*. En los *andosoles* el material original lo forman, fundamentalmente, cenizas volcánicas, pero también pueden aparecer sobre otros materiales volcánicos como son las tobas, pumitas, lapillis (picón, negro o rojo) y otros productos de eyección volcánica (Guerra et al., 2003). Suelen aparecer en pendientes importantes lo que obliga a los agricultores a realizar abancalamientos para su uso. El perfil es de tipo AC o ABC.



Los Andosoles con carácter ándico es la tipología de suelo que ocupa una mayor extensión en las áreas forestales de Canarias y la erosión hídrica es el mayor factor que influye en el creciente proceso de desertificación que se observa en la mayoría de islas del archipiélago Canario (Rodríguez et al., 2002).

Otros suelos presentes en regiones volcánicas como Canarias son los Vertisoles, Aridisoles, Ultisoles, Alfisoles, Inceptisoles y los Entisoles. Estos suelos se distribuyen en secuencias altitudinales climáticas y cronológicas atendiendo a factores ambientales como el clima, la topografía o la edad de los materiales parentales. Los Aridisoles se sitúan en las zonas costeras coincidiendo con condiciones climáticas áridas. Los Vertisoles suelen ubicarse en cotas superiores relacionados normalmente con depósitos coluviales. En un nivel más alto suelen encontrarse los Alfisoles y los Ultisoles, estos últimos en localidades con mayor humedad. Los Inceptisoles son suelos incipientes se localizan en todas las franjas altitudinales excepto en la costa. Los Entisoles están relacionados con la presencia de materiales geológicos recientes o topografías abruptas que dificultan el desarrollo edáfico.

El suelo es un elemento del ecosistema difícilmente recuperable, la degradación de sus propiedades iniciales (físicas, químicas y biológicas), así como la pérdida de nutrientes y de sus partículas más finas, hacen que el proceso de regeneración sea muy lento.



**Figura 14.2;** Formación de un suelo volcánico en Hawái. (Santamarta JC, 2011)

Factores tales como pendientes superiores al 30%, cobertura vegetal inferior al 60%, elevada erosividad de las lluvias fuertemente estacionales y otros factores antrópicos de uso del suelo, determinan en mayor medida que la erodibilidad en sí misma, el grado y la intensidad de la morfología erosiva (Ortega et al., 1992).

### 3. El problema de la erosión en los medios insulares

La erosión es un proceso natural de naturaleza física y química que desgasta, destruye y transporta continuamente los suelos y rocas de la corteza terrestre. Este proceso se puede ver acentuado, modificado o corregido, por la acción antrópica.

La mayoría de los procesos erosivos son resultado de la acción combinada de varios factores, como el calor, el frío, los gases, el agua, el viento, la gravedad y la vida vegetal y animal. En algunas regiones predomina uno u otro factor, como el agua y el viento en las islas volcánicas.

La erosión depende de los siguientes factores;

$$ER = f(R, G, S, V)$$

- R = Factor que depende de la cantidad e intensidad de la lluvia.
- G = Factor que depende de la pendiente y topografía del terreno.
- S = Factor que depende de las propiedades físicas y químicas del suelo.
- V = Factor que depende de las características de la cobertura vegetal.

El proceso de erosión hídrica, comienza con la lluvia, que cae en el suelo disgregándolo, posteriormente se forma la escorrentía, se crea entonces un flujo laminar de los terrenos más elevados de las laderas, es conducido hacia las zonas más bajas en pequeños regueros que se transforman rápidamente en grandes cárcavas de difícil corrección y tratamiento.

La aparición de la erosión en cárcavas, guarda en gran medida relación con tales prácticas inadecuadas de utilización de la tierra. La erosión en cárcavas es una de las expresiones de la erosión superficial, y ocupa, dentro de ésta, el nivel

máximo de erosión. Este tipo de manifestación es precedida por los procesos anteriores, (laminar , surcos) , al aumentar el volumen de escorrentía o su velocidad.

Al proceso de la erosión se le considera uno de los principales problemas ambientales a nivel global, asociado, en gran medida, a la pérdida de cubierta forestal. El esquema de funcionamiento de la erosión es por una parte el desprendimiento del material, transporte (por agua, viento...) y finalmente depósito, en el caso de una isla volcánica este depósito, en general se lleva a cabo en las zonas cerca de costa de los barrancos, de hecho hay zonas en Canarias, concretamente en barrancos de La Gomera donde se han llegado a estimar potencias de acarreos de más de 100 m.

En el caso de las islas Canarias, unas 329.000 hectáreas, el 43% de su superficie, están sometidas a intensos procesos de erosión debidos a la acción de la lluvia y el viento, siendo Fuerteventura y Gran Canaria las islas que sufren el problema de una forma más acuciante.

**Tabla 14.1;** Porcentaje de territorio en Canarias expuesto a la erosión (Gobierno de Canarias, 2007)

ISLA	% DEL TERRITORIO SOMETIDO A EROSIÓN
Fuerteventura	59.4%
Gran Canaria	56.7%
La Gomera	47.1%
Tenerife	41.9%
Lanzarote	30.6%
El Hierro	15.8%
La Palma	8%
Media en Canarias	37.07%

En Canarias se pierden al año entre 10 y 50 toneladas de suelo, siendo el techo mundial 200 toneladas.

### **3.1. Dinamizadores de la erosión en un medio insular**

Los factores que catalizan la erosión en las islas Canarias y que se pueden extrapolar a otros medios insulares son

- Lluvias torrenciales.
- Sobrepastoreo.
- Sobreexplotación de los recursos hídricos.
- Cambios de uso del suelo, urbanización e infraestructuras civiles.
- Incendios forestales.
- Minería de superficie.
- Salinización del suelo

#### **3.1.1. Lluvias torrenciales**

En algunas ocasiones se producen lluvias intensas, localizadas principalmente en la cabecera de los barrancos, estas lluvias, ocasionan fenómenos erosivos de importancia. Los principales factores que actúan en la generación de los caudales sólidos y líquidos que llegan a los barrancos y son transportados por ellos están relacionados con las características de la precipitación y de la cuenca (pendiente, vegetación), la erosión hídrica y la dinámica de los cauces. Por lo tanto las características que hay que tener en cuenta en una precipitación y en la microcuenca volcánica donde se produce son las siguientes:

#### **Características de la lluvia;**

- Duración.
- Frecuencia.
- Intensidad.
- Distribución temporal.

### Características de la microcuenca;

- Morfología: Área, longitud, pendientes, cota media...
- Capacidad de almacenamiento: Concentrado en depósitos puntuales o distribuidos sobre el área.
- Tipo y uso del suelo.



**Figura 14.2;** Arrastre de sólidos en el barranco de las Angustias en la isla de La Palma.(Santamarta J, 2008)

En un terreno volcánico, la mayor producción de sedimentos y escorrentía tiene lugar con las lluvias que caen sobre el suelo seco, esto es debido a la hidrofobicidad de los horizontes orgánicos de los *andosoles* (Guerra *et al.*, 2003)

Entre las efemérides relativas a lluvias torrenciales en las islas destaca la ocurrida sobre Garachico el 11 de Diciembre de 1645, conocido como el “*Diluvio de San Dámaso*”. Se calcula que murieron más de cien personas y supuso el inicio del declive del puerto de Garachico. Otro temporal famoso de viento y agua fue el de 1826, entre el 7 y 8 de noviembre, cobrándose la vida de al menos 253 personas en las islas de Gran Canaria y Tenerife. En 1957 en La Palma ocurre la conocida “*Tragedia*

*del Llanito*”, en que una crecida acaba con la vida de unas 30 personas en Breña Alta. La más reciente el 31 de marzo de 2002 en Santa Cruz de Tenerife, con máximas de 232,6 l/m<sup>2</sup> en 24 h y 129,9 l/m<sup>2</sup> en 1 hora, lamentado la pérdida de siete vidas humanas.

### **3.1.2. Sobrepastoreo**

Otro aspecto fundamental es el pastoreo, sobre todo cuando sobrepasa la *capacidad de carga de un pasto*, que se puede establecer según una metodología apropiada en algunas islas. La *capacidad de carga* se definiría por cuántos animales pueden haber por hectárea o cuántas hectáreas son necesarias por animal para que no exista sobrepastoreo.

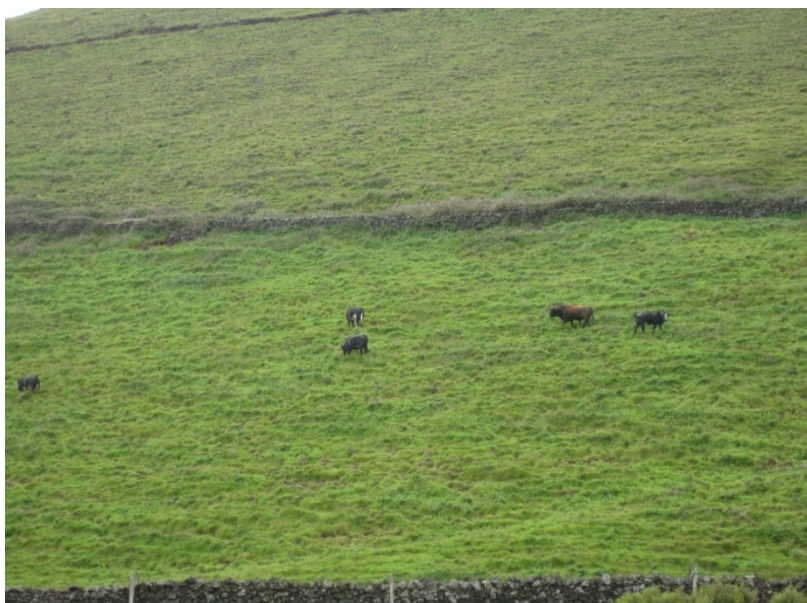
Podríamos decir, de una manera sencilla, que el sobrepastoreo es someter el terreno a una cantidad mayor de cabezas de ganado de la que puede soportar, dejándolo más tiempo pastando que el conveniente o dejar el ganado en épocas inadecuadas, que no le permiten al pasto ni a los arbustos reproducirse, lo que a la larga causa erosión y a gran escala desertificación.

Las causas por las que se produce el sobrepastoreo pueden ser varias, destacando entre otras la presencia intermitente o casi ausencia del pastor que realiza estos trabajos como segunda actividad, la reducida propiedad de los terrenos en comparación al tamaño del ganado o en casos más concretos la avanzada edad del pastor y en consecuencia la tendencia a evitar desplazamientos.

Esta ganadería extensiva de un gran número de cabras, o pequeños grupos de vacas pastando en algunas islas como en El Hierro, sin ningún tipo de control, provoca el empobrecimiento y agotamiento de la calidad de los suelos. Las especies más apetecibles por el ganado tienden a desaparecer o a desarrollarse pobremente quedando el suelo desprovisto de gran parte de su cobertura frente a los fenómenos erosivos. También supone un problema para las restauraciones forestales, porque no es posible que la planta se desarrolle debido a que supone un alimento para el ganado, generalmente las cabras.

Otro problema es la remoción del suelo por el pisoteo del ganado. El sobrepastoreo facilita la desertificación de áreas semiáridas y la desprotección de las cabeceras de las cuencas de los barrancos.





**Figura 14.3;** Vacas pastando en ladera en la isla de Terceira, Azores (Santamarta JC, 2011)



**Figura 14.4;** Plantación adhesada con especies silvopastoriles en zona particular conveniada. Vallado de parcelas y alineación con protector alto junto a carretera (Guzmán J, 2012)



La solución en este factor expuesto sería una regulación consciente de la actividad de la ganadería extensiva, así como la delimitación de zonas o áreas más sensibles a la erosión, como son las laderas, siempre dentro del marco establecido de la capacidad de carga del pasto.

Entre algunas de las actuaciones que se han llegado a practicar para corregir territorios sobrepastoreados destaca la imitación del sistemas de dehesas ocupando con especies silvopastoriles (tipo Olmo, Faya, Castaño, Tagasaste o Higuera) las partes más erosionadas y protegiendo el conjunto mediante valla cinegética.

### **3.1.3. Sobreexplotación de los recursos hídricos**

La consecuencia inmediata de la sobreexplotación de los recursos hídricos, es la salinización de los mismos, este hecho afecta de manera notable al suelo y sus procesos, cuya consecuencia final es la erosión.

### **3.1.4. Cambios de uso del suelo, urbanización e infraestructuras civiles**

El cambio de uso del territorio o suelo es un factor importante de catalización e incremento de la erosión, también el abandono de sistemas agrarios tradicionales, como por ejemplo los bancales de la Gomera, un claro ejemplo de infraestructura



**Figura 14.5;** Ocupación de la desembocadura del barranco de Las Angustias en la isla de La Palma (Santamarta JC, 2006)

que sujeta y conserva el suelo en laderas de elevada pendiente. Los bancales también recolectan la escorrentía e impiden que ésta transporte los materiales sueltos.

También ciertos proyectos de infraestructuras como la construcción de carreteras, aeropuertos, complejos turísticos, entre otros han contribuido con frecuencia al desarrollo de procesos erosivos.

### **3.1.5. Incendios forestales**

El número de incendios, en unas islas cada vez más pobladas y con una vegetación tan vulnerable, supera fácilmente los 50 año al menos en las islas mayores. Actualmente se da la paradoja de que cuanto mayor sea la preparación del operativo, más grande es el incendio forestal que logra escapar al conato, normalmente en situaciones de “fuera de capacidad de extinción”. Por otro lado cada vez son menos los incendios puramente forestales y más aquellos conocidos como de interfaz urbano-forestal; es por ello por lo que este fenómeno se va convirtiendo cada vez más en una seria amenaza para la seguridad rural.

Los incendios forestales, combinados con las fuertes pendientes de las islas, es una de las principales causas de erosión y destrucción del suelo en los medios insulares, especialmente cuando las primeras lluvias del otoño o invierno resultan torrenciales.

Durante el incendio desaparece el colchón de pinillo o pinocha, quedando todos los elementos que estaban sujetos en movimiento, tanto necromasa de gran diámetro, piedras y sobre todo piñas rodantes capaces de crear muchos focos secundarios normalmente más allá de la primera línea donde los medios humanos intentan sujetar el incendio.

Una de las consecuencias más inmediatas y graves que ocurren tras los incendios forestales, es el arrastre de las cenizas y de los suelos desnudos de vegetación hacia los barrancos. Esto puede llegar a ser catastrófico en poblaciones o núcleos urbanos cercanos al monte, existen ejemplos en Canarias como las avenidas que sucedieron en Fuencaliente en La Palma o en el Puerto de La Cruz en Tenerife, tras los grandes incendios en aquellas islas.

También los incendios forestales generan una distorsión importante en la acumulación del carbono orgánico en los suelos volcánicos. Este elemento, componente

principal de la materia orgánica, desempeña un papel clave en la fertilidad del suelo, en la retención de agua y en la resistencia a la erosión.

A nivel hidrológico un factor importante que genera un incendio forestal es la reducción de la infiltración. Cuando tras un incendio llegan las primeras precipitaciones, el flujo de agua sobre el suelo incendiado puede duplicarse o incluso triplicarse como consecuencia del volumen de sólidos en suspensión arrastrados, debido a la impermeabilidad y falta de capacidad de infiltración de la superficie del suelo.

Los efectos de un incendio forestal con respecto a la erosión y los suelos se pueden clasificar en los siguientes (Contreras et al, 2007);

- Menor agregación del suelo.
- Disminución de la cantidad de materia orgánica.
- Pérdida de nutrientes.
- Disminución de la rugosidad superficial.
- Aumento de la escorrentía superficial del suelo.

A nivel de infraestructuras hidráulicas como las presas, por ejemplo en La Gomera o en Gran Canaria, el efecto de la erosión se hace presente reduciendo la capacidad de almacenar agua del embalse.

A finales de julio de 2007, dentro de unas condiciones meteorológicas extremadamente adversas, se registraron casi simultáneamente dos grandes incendios en las islas, uno en Gran Canaria y otro en Tenerife, arrojando unas superficies aproximadas afectadas de 16.000 y 18.000 has respectivamente, la suma total de superficie arbolada fueron 18.000 has. Hasta esta fecha el mayor incendio conocido en las islas fue el acaecido en 1975 en La Palma que recorrió un total de 11.000 has.

Las obras que normalmente se realizan con posterioridad al incendio buscan un doble efecto: corregir la estética del paisaje y ordenar el combustible muerto mediante su disposición en pequeños diques o albarradas vegetales que ayuden a frenar la erosión del suelo. En este sentido las pequeñas obras de hidrotecnia nunca deben apoyarse sobre árboles vivos a fin de prevenir continuidades horizontales entre combustible vivo y muerto. Respecto a la eliminación del efecto estético, criterio

quizás más político o justificativo que técnico, debe tenerse en cuenta que las huellas del incendio no resultan inmediatamente imborrables y en este sentido una adecuada planificación y descripción de las actuaciones a realizar pueden evitar que las acciones que se acometan sean, por lo general, menos lesivas que el propio incendio forestal.



**Figura 14.6;** Actuaciones en un monte en la isla de El Hierro tras incendio forestal (Santamarta JC, 2009)

### **3.1.6. Minería de superficie**

En el caso de los medios insulares en general y en Canarias en particular la extracción de áridos, si no se toman las medidas ambientales adecuadas finalizan en un proceso erosivo grave, en las zonas afectadas. Esta tipología minera, remueve el suelo y lo deja desprotegido a expensas del agua, también cambia las dimensiones y la forma del terreno. Las plantas de áridos causan además un gran impacto ambiental y paisajístico.

El problema en un territorio fragmentado, como el canario, con una presión turística y urbanística importante, es que la economía necesita los áridos. Estos provienen de las cuencas sedimentarias insulares, por ejemplo del Valle de Güímar. Por lo que esta actividad tiene relación con la hidrología superficial insular.

En las islas Canarias existen casi cien explotaciones. De conformidad con la información recogida en el Censo de Explotaciones Mineras de Canarias, año 2007, existen un total de 94 explotaciones mineras en Canarias: 65 en la provincia de Las Palmas y 29 en Santa Cruz de Tenerife.

El principal sector de la actividad minera en Canarias es el de los áridos, empleados principalmente para edificación y obra pública. El segundo sector en importancia son las rocas ornamentales, y, por último, para uso industrial.



**Figura 14.7;** Planta de extracción de áridos y erosión en la ladera en la isla de Terceira, Azores (Santamarta JC, 2011)

El problema en las islas en este sentido es que existen plantas ilegales, que suministran parte de la demanda que tiene las Islas con plantas machacadoras que no cuentan con autorización administrativa, ni cumplen con los requisitos técnicos mínimos establecidos en la legislación vigente (marcado CE, normativa EHE) y que no garantizan la posterior restauración e integración ambiental de la zona, por lo que se crean territorios propensos a la erosión.

Aunque existe inventario de canteras abandonadas lo cierto es que hasta la fecha no se ha llevado a cabo un programa en Canarias, dirigido o continuado de restau-

ración con elementos inertes y posterior repoblación forestal para la recuperación del paisaje.

### **3.1.7. Salinización edáfica**

La ausencia de una primera línea de vegetación costera que sea capaz de interceptar la sal impulsada especialmente por los vientos nocturnos supone la libre entrada de sal marina hacia el interior de la isla. Este factor dependerá especialmente de la disposición orográfica de las costas, penetrando tierra adentro cuanto menor sea la pendiente, así como de la intensidad de los vientos. Los sedimentos salinos transforman las propiedades químicas del suelo degradando los mismos e impidiendo el desarrollo y la instalación de la vegetación potencial.

En islas como Fuerteventura, donde este efecto es muy evidente, y donde además se le suman otra serie de fenómenos erosivos de origen antrópico, se dice que la influencia salina puede llegar a conectarse entre costas en determinadas partes de la isla.

## **4. Hidrología y masas forestales. Implicación en los recursos hídricos superficiales y subterráneos**

En una isla volcánica, la influencia de sus masas forestales en relación a los recursos hídricos superficiales y subterráneos es fundamental, primero porque las masas forestales tienen un papel importante en la recarga del acuífero insular y por ende, de los recursos subterráneos, ya que los árboles, funcionan como elementos canalizadores y reguladores de la precipitación, tanto vertical (convencional) como la horizontal o precipitación de niebla. Las raíces penetran en el terreno, incluso en la roca, fracturando ésta, canalizando el agua que capta o la que le llega por precipitación; el agua percola a horizontes inferiores.

En el caso del archipiélago canario, en las islas occidentales principalmente, el efecto de recarga del acuífero se ve incrementado por la presencia de masas forestales (laurisilva y pinar, generalmente), posicionadas en zonas estratégicas de las vertientes de *barlovento* y en algunas ocasiones a *sotavento*, donde se encuentra localizando el acuífero, con el mismo nombre. Este acuífero está sobrelevado por *diques geológicos*. Particularizando para el caso de la isla de Tenerife, se observa que la mayoría de las galerías o minas de agua están embocadas hacia las vertientes y en



superficie se disponen todas las masas forestales de la corona forestal. Mediante técnicas isotópicas se pueden corroborar estas teorías.



**Figura 14.8;** Efecto del sistema radical del *Pinus canariensis* en la roca basáltica, favoreciendo la infiltración. (Santamarta J, 2007)

Otro aspecto fundamental es la relación con la conservación del suelo: El bosque protege al suelo contra la erosión de forma directa.

- Reduce la energía cinética de la lluvia, en particular de las gotas de lluvia, evitando que se use esa energía, en separar y transportar partículas del suelo. En este caso el colchón de pinillo o pinocha, aunque se trate de biomasa seca, juega un importante papel de contención de suelo, sobre todo a nivel de cabecera de las cuencas.
- Las raíces contribuyen a la sujeción y la estructura del suelo.
- La vegetación ofrece resistencia al agua en su movimiento y disminuye la velocidad de esorrentía así como la energía de la lámina de agua. Este efecto es más importante en zonas insulares con pendientes importantes que hacen que el efecto de la erosión se muestre más agresivo.



Una base técnica importante de una buena gestión de los recursos hídricos es la *gestión integrada*, esto es, en una isla todos los factores naturales, masas forestales, barrancos... afectan a los recursos hídricos subterráneos, por la poca extensión del territorio, cualquier afectación a uno de estos factores nombrados generan un desequilibrio o perturbación que afecta a los recursos hídricos subterráneos. Un ejemplo es un incendio forestal, ya que elimina parte de la masa forestal, por lo que se provocan los siguientes desequilibrios:

- Pérdida de suelo.
- Incremento de la impermeabilidad de la superficie, por lo tanto aumento de la escorrentía y velocidad de la misma. Al haber una disminución de la permeabilidad, se reduce la infiltración.
- Pérdida de masa forestal, por lo tanto, pérdida de recursos atmosféricos
- Pérdida de los sistemas de raíces que favorecen la infiltración
- El suelo no sujetado por la masa forestal, se incorpora a los barrancos con las lluvias, provocando más erosión y arrastres de sólidos, si cabe y disminuyendo las capacidades de los embalses, aguas abajo.

Por lo tanto perturbando un factor, repercute en los otros recursos hídricos tanto, en los superficiales, los subterráneos, como los atmosféricos, por eso la mayoría de los factores que afectan a los recursos hídricos subterráneos, están plenamente interrelacionados con los otros factores, tanto hidrológicos como los *forestales*.

En definitiva, el bosque es un gran regulador de recursos hídricos tanto subterráneos como superficiales incluso atmosféricos. Los primeros son fundamentales para la recarga del acuífero. En el caso de los recursos hídricos superficiales presenta una importancia como regulador de la escorrentía y del mantenimiento del correcto estado de las captaciones superficiales, como los tomaderos o presas, incluso balsas construidas, en los trazados de los barrancos, al reducir el transporte de sólidos.

## 5. La restauración hidrológica forestal en Canarias

### 5.1. *Conservación de suelos mediante diques de corrección torrencial*

Esta tipología de obra forestal tiene como función la mejora del régimen hídrico insular, el correcto mantenimiento y diseño de las infraestructuras hidráulicas de almacenamiento de recursos hídricos como las presas y embalses, luchar contra la erosión, conservar los suelos del archipiélago canario, así como incrementar la infiltración de los terrenos volcánicos que indirectamente recargaran el acuífero en las zonas de las dorsales.

El diseño de las obras apropiadas en cada microcuenca, debe hacerse después de conocer los resultados de los estudios hidrológicos y geomorfológicos del tramo que recibe la influencia de la construcción de dichas hidrotecnias. Estos resultados, presentan pronósticos sobre la evolución futura de la corriente del agua, cuando se produzca y estimaciones sobre magnitudes de los caudales medios, mínimos y de avenida, niveles mínimos, máximos y medios, posibles zonas de inundación, velocidades de flujo, capacidad de transporte de sedimentos, socavación y acumulación de sedimentos.

Los diques de contención de sedimentos arrastrados por las lluvias, son básicamente pequeñas presas de gravedad cuya función es retener los materiales sueltos que fluyen en los cauces de los barrancos cuando éstos llevan un caudal de agua. Su cálculo es muy básico, generalmente como una pequeña presa de gravedad, pero su aportación al mantenimiento de otras infraestructuras hidráulicas de almacenamiento de aguas, en otras zonas de la isla, así como la conservación del suelo, fundamental en un territorio insular como el canario con grandes pendientes, orografía pronunciada y un régimen torrencial de lluvias.

Las obras más comunes que se utilizan en Canarias, para la corrección hidrológica son las siguientes:

**Obras transversales para control del régimen torrencial.** Funcionan como pequeñas presas vertedero. Su objetivo principal es el de reducir la velocidad del flujo en un tramo específico, aguas arriba de la obra. Actúan como estructura de control. Pueden colapsar por una mala cimentación, o por socavación generada inmediatamente aguas abajo. Por eso se suele disponer de un cuenco amortiguador construido con el mismo material que el dique, lo que se suele denominar *zampeado del dique*.



**Figura 14.9;** Dique de corrección torrencial de mampostería hidráulica en Fuerteventura. (Santamarta JC, 2009)

Dentro de la presente sección, se definen como grandes diques, a aquellos de cuya altura supere los 8 m desde la cota de cimentación, en este caso encontramos varias representaciones en Fuerteventura y Tenerife, la experiencia y posteriores estudios técnicos indican que no son muy favorables, a efectos de otras obras hidráulicas de captación aguas abajo debido principalmente a una mala localización dentro de la cuenca y por su elevada dimensión, si no están provistos de grandes mechinales o troneras, que dejen fluir los pequeños caudales, esta obra funciona más como una presa, sin función de almacenamiento de agua, que como un dique de contención de sedimentos propiamente dicho. Su grado de colmatación suele ser muy pequeño no superando en muchos caso el 20%, si bien a favor de esta tipología de obra es justo valorar su función como recargadora del acuífero en la zona donde se encuentran por el mantenimiento de una lamina de agua que poco a poco se va infiltrando en función de las características del terreno, muy al estilo de cómo se realiza en otras islas, del Mediterráneo, como Chipre.

Los **diques de gaviones y mampostería hidráulica**, son los que más representación tienen en el archipiélago canario y en general es la estructura óptima para el cometido planteado anteriormente. Es de destacar su fácil cálculo estructural y diseño,

como una presa de gravedad (altura útil, altura vertedero, comprobaciones de estabilidad, dissipador de energía etc....).

En algunas situaciones y por su coste reducido se utiliza directamente materiales del propio territorio, piedras y bloques, formado pequeños muros transversales en cauces de reducida dimensiones, también de notable utilidad, se pueden ver en todas las islas pero principalmente en la isla de Fuerteventura, muy similares a las *cadenas* de las laderas.

El diseño de estas obras combina varias disciplinas; hidrología superficial, geotecnia y cálculo de estructuras. Estas disciplinas suministran la información básica que permite determinar las condiciones de cimentación y la magnitud de las fuerzas que van a actuar sobre las obras que se proyecten.

La construcción de estos elementos no supone muchos problemas técnicos, son rápidos de construir. Lo complejo realmente de esta tipología de obras es la situación o localización de las mismas en la cuenca volcánica, para ello es absolutamente necesario realizar un estudio hidrológico (hidromorfología, caudal, pendiente...) de la cuenca, determinar la erosión hídrica y estimar aproximadamente la cantidad de acarreo que transporta el cauce para llegar a una pendiente de compensación óptima. Estos últimos estudios, debido a la heterogeneidad de la cuenca y de los materiales que la componen resulta ser una misión notablemente complicada en un terreno volcánico.

Por otro lado hay que tener en cuenta las grandes velocidades que alcanzan las aguas torrenciales medidas, en torno a los 10 m/s, hecho que complica aún más la gestión y mitigación de los efectos de estas aguas.

Las **obras lineales hidrológicas**, complementan a las anteriores infraestructuras por ejemplo, muros y escolleras ubicadas en los márgenes de barranco, que evitan el aporte de material arrastrado por la escorrentía de la ladera y encauza en cierta manera el barranco. Las obras longitudinales en los barrancos, se utilizan generalmente en la intersección de dos cauces, con el fin de disminuir la energía de ambos, en este punto crítico donde se suman caudales y materiales de ambas líneas de agua.

Por último, los **encauzamientos de barranco**, aunque aplicados a cauces torrenciales son más bien una tipología de obra de ingeniería civil que ambiental y forestal, sirven para encauzar la lámina de agua principalmente en zonas del barranco que transcurren por núcleos urbanos o cerca ya de la desembocadura de los barrancos. En Dinamarca este tipo de obras se ejecuta desde una perspectiva de la *bioingenie-*

*ría*, sustituyendo el muro de hormigón por plantaciones y tapices verdes apoyados en escolleras de forma más o menos natural y sin impacto paisajístico y ambiental apreciable.

Por último se destacan las pequeñas hidrotecnias, pequeños diques ejecutados mediante piedras o material biológico tipo troncos o *fajinas* fundamentales en restauraciones tras incendios por su rapidez y coste prácticamente nulo, al disponer del material quemado por el incendio.

Los materiales de uso frecuente en este tipo de obras son los siguientes:

- Piedra volcánica suelta.
- Mampostería.
- Gaviones.
- Fajinas (restos vegetales).
- Maderas o tablestacas.
- Hormigón: ciclópeo, en masa o armado
- Prefabricados.

Otra característica de estos sistemas de conservación de suelos es que una vez colmatados los diques, los sedimentos acumulados ofrecen un nuevo nicho ecológico para la restauración vegetal, ya sea de manera espontánea a través de la regeneración natural o artificialmente introduciendo planta desde el vivero forestal. Una especie con la que se han practicado ensayos con buenos resultados en la Cuenca de Tejeda es la Palmera Canaria (*Phoenix canariensis*).

Según el Catálogo Regional de Hidrotecnias (Gobierno de Canarias 2001), el 80% de las obras ejecutadas se encuentran en buen estado, predominando los diques de mampostería gavionada. El nivel medio de aterramiento es del 20%. Gran Canaria es la isla en la que más diques se han construido con cerca de 1.200, concentrados sobre todo en la Cuenca de Tejeda donde se trabajó durante más de 15 años (1981-1994).



**Figura 14.10;** Dique en cuenca en Gran Canaria. (Santamarta JC, 2011)

A juzgar por el potencial de erosionabilidad del terreno quizás deberían ser la isla de Lanzarote y Fuerteventura las que mayor inversión deberían haber recibido, si bien la suavidad general de sus cauces, en comparación con otras islas, evita que se produzcan fuertes avenidas. No obstante cabe decir que la eficacia de los diques en estas islas puede verse muchas veces reducida o mermada sobre todo cuando el tiempo de aterramiento o colmatación es relativamente rápido. Una de las prácticas que se han demostrado muy efectivas en Fuerteventura para reducir la erosión es la reconstrucción de antiguos muros de bancales agrícolas a fin de detener el origen de nuevas cárcavas.

Finalmente, es importante destacar, que en las Islas Canarias, es fundamental la coordinación de las diversas administraciones implicadas en este tipo de actuaciones, por un lado la administración ambiental, con el propósito de restauración vegetal y medidas contra la erosión y por otro la administración hidráulica, con el propósito del aprovechamiento y gestión de las aguas superficiales así como el mantenimiento de las infraestructuras de captación y almacenamiento en correcto estado y funcionamiento.





**Figura 14.11:** Dique en Barranco de Tenesía, Lanzarote. Construido en 1996 y ya colmatado en 2001. Fte: Catálogo Regional de Hidrotecnias (Gobierno de Canarias 2002)

## 6. El concepto de barreras verdes

Este concepto urbanístico se destinaba a la construcción de barreras naturales con árboles en dos sentidos; uno el estético para tratar de ocultar algún impacto ambiental sobre todo de explotaciones mineras o plantas de tratamientos de áridos y el segundo propósito para atenuar el ruido, absorbiendo ondas sonoras, este uso no es muy eficaz debido a su elevado coeficiente de transmisión, además hay que tener en cuenta la especie y su disposición en la barrera.

En el caso de la isla de Gran Canaria este concepto se ha introducido coloquialmente como un elemento ambiental de gran importancia ecológica, hidrológica, de defensa del monte e incluso como dinamizador socioeconómico. También en la isla de La Gomera se han realizado obras de carácter similar denominándose “restauración de bosques de galería”.

Las barreras verdes se localizan en los fondos de barranco de las redes hidrográficas insulares, normalmente de geometría radial. Desde el punto de vista de la vegetación potencial estas zonas albergan formaciones normalmente monoespecíficas, a veces con azonalidad edáfica (palmeral, saucedal, tarajalera) , y en el caso del monte verde alberga la imponente, por su altura, “laurisilva de galería” con dominancia de especies como el Til (*Ocotea foetens*), el Viñátigo (*Persea indica*) o el Barbusano (*Apollonias barbujana*). Estos ecosistemas mantienen una rica biodiversidad tanto vegetal como animal y estéticamente incorporan al paisaje un valor positivo.



En el caso de Gran Canaria esta acción se corresponde con una labor forestal activa por cuanto lo que se busca es la transformación de la vegetación que actualmente existe, normalmente muy alejada de su óptimo forestal y muchas veces con abundancia de especies introducidas, invasoras y de fácil ignición que suponen un riesgo importante para la seguridad de la población.

### **6.1. Objetivos**

**Reducción de la erosión e intensidad de avenidas.** En los barrancos volcánicos se concentran la mayoría de los procesos erosivos, debido a las lluvias torrenciales características de las Islas Canarias, esto unido a las pendientes de las laderas que acompañan a los barrancos suponen una pérdida de suelo importante en el caso de que no haya vegetación que sujete el terreno. Otro efecto interesante es la reducción de la velocidad del agua, cuando los barrancos fluyen el arrastre de materiales se reduce y consiguientemente la erosión del cauce.

**Aumento del efecto del rocío y la precipitación horizontal.** Si bien en las Islas Canarias los efectos de la *precipitación de niebla u horizontal* están bien estudiados no es así con el efecto del rocío. El rocío es un fenómeno físico-meteorológico en el que la humedad del aire se condensa en forma de gotas por la disminución brusca de la temperatura, o el contacto con superficies frías. Se habla de rocío en general cuando se trata de condensación sobre una superficie, usualmente la cubierta vegetal del suelo. Este efecto se da en las Islas Canarias de madrugada y es un gran aporte hídrico desconocido, principalmente en barrancos y laderas arboladas expuestas a los vientos alisios que por el día regulan los recursos hídricos de la *precipitación horizontal* y por la madrugada la de rocío.

**Uso como defensa del monte contra incendios forestales.** El objetivo es transformar la vegetación de los barrancos para evitar que sigan siendo conductores de los incendios. Mediante las especies seleccionadas se crean barreras húmedas que dificultan y previenen el avance de los incendios forestales a lo largo y alto del barranco volcánico, sobre todo el *efecto chimenea* de los mismos.

**Filtros ecológicos.** Puede actuar de filtro entre el barranco y el ambiente adyacente, impidiendo el flujo de agroquímicos y productos orgánicos, como desechos agropecuarios.

Por último están los **factores ecológicos y socioeconómicos**, ambientalmente hablando, como pasillos de biodiversidad y como aprovechamiento de áreas de valor económico para las comunidades afectadas.



**Figura 14.12;** Pasillo de barreras verdes en un barranco en Gran Canaria (Santamarta JC, 2008)

## **6.2. Elaboración de las barreras verdes**

Las labores de barreras verdes se inician en Gran Canaria en el año 2004 seleccionando a pequeña escala barrancos localizados en áreas forestales y bajo un punto de vista de mejora ecológica y mejora de las zonas socioeconómicas adyacentes. Tras el gran incendio de 2007 la limpieza de barrancos para la prevención de incendios se hace extensiva a toda la isla, reduciéndose la carga de combustible en muchos barrancos pero sin llegar a reforestar todas las zonas de actuación.

Inicialmente deben de estudiarse los factores morfológicos y geométricos del barranco, la vegetación naturalmente establecida en el cauce y las posibilidades de acceso y mantenimiento posterior. Por lo general resulta necesario realizar una labor de desbroce previo sobre todo frente a zarzas (*Rubus ulmifolius*) y cañas (*Arundo*

*donax*), e incluso de limpieza de residuos sólidos hasta el extremo de encontrar vehículos abandonados.

Según los acuerdos alcanzados con el organismo competente en materia de dominio público hidráulico en el tercio central del cauce no se realizará ninguna plantación. La distribución de planta se corresponde con el marco de tresbolillo, mientras que la relación de espaciamiento será variable entre dos y tres metros.

### **6.3. Especies forestales utilizables**

La cualidad de las especies a repoblar variará según condiciones ecológicas y socioeconómicas de cada zona, predominando las especies de porte arbóreo sobre las de porte arbustivo.

Cada tramo de barranco responderá por lo general a una influencia pudiendo diferenciar entre:

- Tramos de influencia agroforestal.
- Tramos de influencia silvopastoril.
- Tramos de monteverde potencial húmedo.
- Tramos de galería de máxima higrofilia.
- Tramos de monteverde xérico -termófilo húmedo.
- Tramos de termófilo seco, saucedal y tarajalera.

Desde un principio deben descartarse especies ligadas a ciclo pirófito como Pino (*Pinus canariensis*) y Brezo (*Erica arborea*), ya que interesa que las barreras verdes actúen como cortafuegos. La elección de especie debe tener en cuenta que en los barrancos, las transiciones potenciales resultan más largas permitiendo un mayor enriquecimiento respecto a la cota real.



**Figura 14.13;** Madroño y faya en pie de ladera. Superación y dominio sobre el estrato invasor a partir de los 5 años. (Juan Guzmán 2012)

Las reducidas fluctuaciones de las variables ambientales en los barrancos propician, siempre y cuando exista sustrato, excelentes condiciones para el desarrollo de la vida vegetal. Esta ventaja no resulta suficiente para garantizar el éxito reforestador ya que, a su vez, la proliferación de especies invasoras es máxima. La repoblación debería diseñarse no solo según el grado de competencia, especialmente si participa la Caña (*Arundo donax*), sino también según la intensidad y temporalidad de los cuidados culturales que la plantación reciba con posterioridad, de ahí deriva la necesidad de una adecuada y realista planificación forestal.

En zonas potenciales del monte verde Madroño (*Arbutus canariensis*) y Faya (*Morella faya*) han demostrado excelentes resultados en competencia con Zarza (*Rubus ulmifolius*) y Helecho (*Pteridium aquilinum*), con al menos dos intervenciones de reducción de competencia.

En condiciones de humedad y en presencia de Olmedas (*Ulmus minor*), capaces de frenar al matorral invasor, resultan muy interesantes las acciones selvícolas usando esta formación como vector para la laurisilva.

En zonas más bajas donde predomina el cañaveral el desbroce se ha acompañado numerosas veces con astillado del material, creando “mulching”, y posterior empadizado



o “domesticado” mediante cortes sucesivos o también desbroce químico (glifosato) con buenos resultados pero con generación de cierta controversia social.



**Foto 14.4;** Madroño repoblado junto a Olmeda, excelente nicho para la regeneración natural. (Juan Guzmán, 2012)



**Figura 14.5;** Supervivencia y desarrollo de acebuche plantado con varias savias. Barranco de San Lorenzo, Las Palmas. (Juan Guzmán, 2012)

En zonas medias y bajas la especie más utilizada ha sido el Acebuche (*Olea cerasiformis*), y han demostrado buenos resultados la plantación de matorrales como el Orobal (*Whitania aristata*) o el Guaydil (*Convolvulus floridus*). Las experiencias acometidas con especies azonales como el Tarajal (*Tamarix canariensis*) o el Sao (*Salix canariensis*) procedentes de estaquilla, demandan la producción de los mismos desde semilla, lo que seguramente, concederá a la planta mayores posibilidades de arraigo.

En aquellas zonas donde resulta más complicada la transformación se recomienda una vez tratado el matorral invasor, ya sea química o mecánicamente, elevar la densidad de la plantación y el tamaño o edad de la planta. Se han constatado buenos resultados en ensayos realizados con Acebuche (*Olea cerasiformis*) y Almácigo (*Pistacia atlantica*) con 4 savias de edad.

### Bibliografía consultada y referencias

- BEN HUR, M. FERNANDEZ, C. SANTAMARTA CEREZAL, J.C. (2009); Ecological Studies. Chapter; Overland flow, soil erosion and stream water quality in forest under different perturbations and climate conditions. Ed. Springer. Germany.
- CONTRERAS MEDRANO, V., DE SOUSA BORGUES, P. (2007); Nuevos materiales para el control de la erosión tras los incendios forestales. Congreso Wildfire. Sevilla.
- DEL PALACIO [ET AL.], 1999; La restauración hidrológico-forestal en España. Gestión Sostenible de los recursos suelo, agua y vegetación. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- GUERRA, JA., ARBELO, CM. ET AL. (2003). Erosión diferencial de andosoles y aridisoles en dos zonas climáticas de Tenerife. Edafología Vol. 10, pp 229-237.
- GUZMAN OJEDA, J. (2004); Informe técnico relativo a los proyectos de creación de barreras verdes en barrancos. Servicio Técnico de Medio Ambiente. Cabildo de Gran Canaria.
- GUZMAN OJEDA, J. (2008); Creación y mantenimiento de barreras verdes: Experiencia y proyección. XV Jornadas Forestales de Gran Canaria.
- LOPEZ CADENAS DE LLANO, F. (1965); Diques para la corrección de cursos torrenciales y métodos de cálculo. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias.
- MARTÍNEZ DE AZAGRA, AM., NAVARRO HEVIA, J.; Hidrología Forestal. Universidad de Valladolid. Valladolid. 1996.
- NAVARRO HEVIA J., MARTÍNEZ DE AZAGRA, AM., MONGIL MANSO, J. (2009); Hidrología de conservación de aguas. Ed. Universidad de Valladolid. Secretariado de Publicaciones.
- ORTEGA, M.J., GONZÁLEZ, M.C., PADRÓN, P.A. Y RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, A. 1992; Estudio de las propiedades físicas de los horizontes superficiales de los suelos volcánicos de Canarias. Su influencia en la erodibilidad. Comunicaciones. III Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Universidad de Navarra. Pamplona: 564-567
- RODRIGUEZ A, ARBELO C.D., GUERRA, J.A., MORA J.L. 2002; Erosión hídrica en andosoles de las islas Canarias. Edafología, Vol. 9 (1), pp. 23-30.
- SANTAMARTA CEREZAL, J.C. (2011); Estudio y evaluación de las hidrotecnias e infraestructuras hidráulicas para la prevención de la desertificación en el archipiélago Canario. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales. Grupo de trabajo; Hidrología Forestal.
- SANTAMARTA CEREZAL, J.C. ITZJAK, M. EVLAGON, D. (2010); Forest hydrology for increasing water resources and run-off in semiarid zones. The case of the Canary Islands and the semi-arid zone of Israel. 24th IUFR0 Conference for Specialists in Air Pollution and Climate Change

- Effects on Forest Ecosystems: Adaptation of Forest Ecosystems to Air Pollution and Climate Change. Antalya. Turkey.
- SANTAMARTA CEREZAL, JC. (2010); Hydrological and forest measures to mitigate flash floods and soil losses, in insular and volcanic environments. Case study of Tenerife Island, Spain, after the wildfires in the summer of 2007. "Forest Management and the Water Cycle" 6th Science Workshop in "Water related ecosystem services of forests". Antalya. Turkey.
- SANTAMARTA CEREZAL, JC. (2009); Improvement systems for obtaining and managing superficial water resources by means of the woodlands management in drylands and isolated areas. Water issues in dry land forestry, Workshop Ben Gurion University. Israel.
- SANTAMARTA CEREZAL, JC., SANTANA SOTOLONGO, M. (2008); Infraestructuras hidráulicas para la protección de las masas forestales y defensa contra la erosión en medios volcánicos. Las Islas Canarias. España. Simposio Internacional sobre el manejo sostenible de los recursos forestales. Cuba.
- SANTAMARTA CEREZAL, JC., (2006); Restauraciones hidrológicas-forestales en barrancos volcánicos. IV Jornadas Forestales de la Macaronesia, pág. 101-104. La Palma Tenerife. España.
- SANTAMARTA CEREZAL, JC. (2009) Singularidades sobre la construcción, planificación y gestión de las obras y recursos hídricos subterráneos en medios volcánicos. Estudio del caso en las Islas Canarias occidentales. Tesis (Doctoral), E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos (UPM) [En línea]. Universidad Politécnica de Madrid 2010, [ref. de 15 Octubre 2010]. Disponible en Web: <http://oa.upm.es/3389/>
- SANTÍN, C., KNICKER, H., FERNÁNDEZ, S., MENÉNDEZ-DUARTE, R., ÁLVAREZ, MA. (2008); Wildfires influence on soil organic matter in an Atlantic mountainous region (NW of Spain). Catena 74(3): 286-295 Agosto 15.



# La escorrentía en los bosques de Canarias

Jorge Mongil Manso

## 1. Introducción

La principal característica que define la vegetación y, más concretamente, los bosques de Canarias, es su gran diversidad. Ésta es consecuencia especialmente de la situación geográfica del archipiélago y del relieve accidentado de las islas que lo integran. Las formaciones forestales canarias presentan, además, fisonomías, estructuras y espesuras diversas, lo que hace que sus condiciones hidrológicas sean también muy variadas.

Por otra parte, muchas de las adaptaciones de modelos de escorrentía y estudios experimentales realizados en los bosques peninsulares no pueden aplicarse a las masas forestales canarias, debido a las importantes diferencias estructurales existentes entre ellos, así como a la presencia en estas islas de suelos notablemente diferentes.

En el presente capítulo se analiza la escorrentía superficial en los bosques de las islas Canarias, mediante el modelo del Número de Curva, con el fin de facilitar la estimación de este tipo de escorrentía a los técnicos que trabajen en el ámbito forestal canario. Todo ello sabiendo que es necesario profundizar, mediante el establecimiento de parcelas y cuencas experimentales, en el conocimiento y en la cuantificación de este importante componente del ciclo hidrológico, en las masas forestales del archipiélago canario.

## 2. La escorrentía en el ciclo hidrológico

La escorrentía es uno de los principales componente del ciclo hidrológico, y se puede definir como la parte de la precipitación que nutre los cursos de agua de una cuenca (Martínez de Azagra y Navarro, 1996). Según su origen, se puede hablar de una escorrentía pluvial, que es la que procede de las precipitaciones, y de una escorrentía nival, que es la que se genera como consecuencia de la fusión de la nieve acumulada fundamentalmente en las montañas. Lógicamente, esta última en Canarias tendrá poca repercusión salvo en el Teide o puntualmente en las cumbres de las islas de mayor relieve. Si atendemos al recorrido hasta la red de drenaje (arroyos, barrancos, ríos, etc.) la escorrentía se clasifica en (Martínez de Azagra y Navarro, 1996):

- **Escorrentía superficial.-** Que es el flujo que no se infiltra en ningún momento, y que alcanza la red de drenaje desplazándose por acción de la gravedad por la superficie del terreno. En buena parte, la captación de agua en Canarias viene dependiendo de este flujo superficial, habiéndose desarrollado técnicas tradicionales (gavias, nateros, represas, eres, maretas, alcogidas, aljibes) o más modernas (presas y embalses).
- **Escorrentía subsuperficial o hipodérmica.-** Que es el agua que penetra en el suelo y se desplaza lateralmente por los horizontes superiores, debido casi siempre a la saturación de los inferiores.
- **Escorrentía subterránea.-** Que es la parte del agua infiltrada que profundiza hasta alcanzar el acuífero y circula por él en régimen laminar hasta aflorar en la red de drenaje superficial. En las Islas Canarias esta escorrentía cobra gran importancia en cuanto a que forma parte de los recursos hídricos subterráneos que son aprovechados en pozos, manantiales y galerías.

El tránsito entre la precipitación y la escorrentía superficial, que será el objeto de este capítulo, es controlado por características de la cuenca vertiente como su relieve, sus suelos y su tipo de vegetación o uso del suelo. Por eso, la presencia de formaciones boscosas condiciona la generación de escorrentía, de tal manera que los bosques reducen el volumen de escorrentía, especialmente en respuesta a precipitaciones moderadas.

Sin embargo, el fenómeno de la escorrentía es muy complejo, antagónico al de la infiltración, y dependiente de numerosos factores. A modo de resumen, pueden mencionarse los siguientes (Cerdá, 1995; Martínez de Azagra y Navarro, 1996):

- **Suelo.-** En la escorrentía intervienen un buen número de propiedades físicas y químicas del suelo, como el estado de la superficie del suelo (costras), la profundidad, la pedregosidad, la textura, la estructura, la densidad y la porosidad, la permeabilidad, el contenido de humedad, la materia orgánica, el carbonato cálcico o la presencia de ciertos minerales de arcilla.
- **Precipitación.-** Cuando la intensidad de precipitación es menor que la capacidad de infiltración, todo el agua de lluvia se introduce en el suelo. Por el contrario, cuando es superior, el suelo no es capaz de absorber toda el agua, produciéndose encharcamiento y escorrentía superficial. A este respecto, Cerdá (1995) encuentra que, normalmente, un aumento de la intensidad de precipitación favorece mayores escorrentías pero también mayores tasas de infiltración. Sólo en suelos muy húmedos o degradados (como *badlands*, suelos encostrados o suelos recientemente quemados), aparece reducción de la capacidad de infiltración y mayor aumento de la escorrentía al incrementar la intensidad. Por otra parte, para una misma intensidad de precipitación, un aguacero de larga duración puede generar escorrentía, mientras que uno corto puede no hacerlo.
- **Vegetación.-** La vegetación (su espesura, estructura y distribución) es uno de los factores que más influyen en la escorrentía. En general, una cubierta vegetal densa aumenta la infiltración y disminuye la escorrentía superficial, respecto a un terreno desnudo. Una cubierta arbórea natural posee tasas de infiltración superiores a terrenos con vegetación alterada. Así mismo, la escorrentía es menor en las masas arbóreas adultas que en las jóvenes. Igualmente la escorrentía es mucho mayor en los terrenos agrícolas que en los forestales. Los principales efectos de la vegetación son:
  - Ralentiza la velocidad del flujo de escorrentía superficial y, por lo tanto, incrementa el tiempo de oportunidad de infiltración, disminuyendo el volumen de escorrentía.
  - Reduce en gran medida el impacto de las gotas de lluvia, y por ello evitan la compactación del suelo, que favorece a la escorrentía.
  - Aumenta la porosidad del suelo, especialmente de macroporos, debido a los canalillos que crean las raíces, por lo que se reduce la escorrentía.

- Mejora la estructura del suelo por el aporte de materia orgánica (acumulación de hojarasca y pinocha), lo cual mejora las condiciones hidrológicas del suelo y favorece a la infiltración frente a la escorrentía.

También los líquenes y musgos tienen influencia sobre la escorrentía. La cubierta de líquenes ejerce generalmente una negativa influencia sobre la infiltrabilidad, excepto en el caso de que esta cubierta líquénica aparezca asociada a una cubierta vegetal densa (Cerdá, 1995). Los musgos, por su parte, normalmente aumentan la capacidad de infiltración (Cerdá, 1995) y, por lo tanto, disminuyen la escorrentía superficial.

- **Topografía.-** La pendiente favorece la formación de escorrentía, porque reduce la profundidad de los charcos y por consiguiente también las tasas de infiltración. Además, indirectamente la topografía influye en la escorrentía al regular determinados procesos edafogenéticos. Así, las laderas con exposición norte tienen mejor agregación y mayor contenido en materia orgánica, lo que implica una mayor capacidad de infiltración y una menor escorrentía. En cambio en las laderas de orientación sur, en nuestras latitudes, la materia orgánica de los suelos experimentan una degradación más rápida debido a las fuertes oscilaciones térmicas que sufren, lo que implica una mayor generación de escorrentía.
- **Agua.-** Algunas propiedades del agua como la turbidez, el contenido en sales disueltas o la viscosidad, tienen influencia sobre la infiltración y consecuentemente sobre la escorrentía.
- **Tratamientos.-** Labores agroforestales como el alzado, el acaballonado, el aterrazado o el abancalado favorecen la infiltración (Martínez de Azagra y Navarro, 1996). La urbanización de terrenos, con encementados, asfaltados y compactaciones del suelo, provoca un contundente aumento de la escorrentía superficial.

### 3. Estimación de la escorrentía superficial

La medición de la escorrentía generada en las cuencas hidrológicas debe hacerse mediante estaciones de aforo situadas en los cauces. Dadas las dificultades para la medición de la escorrentía superficial, suele optarse, sobre todo para estudios y trabajos de ingeniería, por estimarla mediante alguno de los métodos existentes,

como la utilización de coeficientes de escorrentía, el método de Munteanu o el del Número de Curva (Martínez de Azagra y Navarro, 1996). Este último es uno de los que se utilizan con más frecuencia.

El método del Número de Curva, o de los Complejos Hidrológicos, es un modelo conceptual de pérdidas de precipitación, cuyo objetivo es calcular la precipitación neta o escorrentía generada por un aguacero en una cuenca de pequeñas dimensiones (López Alonso, 2001; Mishra y Singh, 2003). Ha sido desarrollado por el Soil Conservación Service (SCS) -llamado desde 1994 National Resources Conservation Service (NRCS)- del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), para cuencas no aforadas en las que se deseen estimar los caudales circulantes por métodos hidrometeorológicos. La primera versión apareció en el National Engineering Handbook del SCS en 1954, habiéndose publicado revisiones posteriores hasta 2007 (NRCS, 2007), y versiones de ámbito reducido para usos del suelo y vegetación locales (Ponce, 2009).

El modelo se asienta en dos hipótesis generales formuladas a partir de un gran número de exámenes de la escorrentía directa con respecto a la precipitación caída en cuencas naturales. Estas hipótesis son:

- 1) La escorrentía superficial se inicia una vez alcanzado un cierto umbral de escorrentía, denominado  $P_o$
- 2) El cociente entre la retención de agua real y la retención máxima es igual al cociente entre la escorrentía directa y la escorrentía superficial máxima:

$$\frac{\text{retención real del agua}}{\text{retención máxima}} = \frac{\text{escorrentía superficial real}}{\text{escorrentía superficial máxima}}$$

Los conceptos que intervienen en esta definición se explican a continuación:

- La retención real de agua ( $R_r$ ) es la parte de la precipitación caída que no escurre, o lo que es lo mismo, el agua que se infiltra una vez alcanzado el umbral de escorrentía:

$$R_r = P - E_s - P_o$$

Esta expresión tiene su origen en la ecuación de continuidad:

$$P = Q + P_o + R_r$$

Siendo:

$P$  = Precipitación del aguacero (mm). Si el episodio de lluvia tiene una duración superior a 24 horas debe ser dividido en precipitaciones diarias; en tal caso hay que variar las condiciones previas de humedad diariamente.

$Q = E_s$  = Escorrentía superficial real (mm).

$P_0$  = Umbral de escorrentía previa al encharcamiento, es decir, la cantidad de agua necesaria para que se inicie la escorrentía superficial (mm).  $P_0$  se corresponde con la cantidad inicial de agua retenida por interceptación, embalse superficial e infiltración antes de iniciarse la escorrentía.

- La retención máxima posible ( $S$ ) es un parámetro del modelo que depende del tipo de suelo, de su humedad inicial antes del aguacero, de la vegetación que sustenta y del tratamiento cultural que se realice. Representa el potencial máximo de retención de agua que tiene el complejo suelo-vegetación analizado.
- Escorrentía superficial real ( $E_s = Q$ ).
- Escorrentía superficial máxima ( $P - P_0$ ) es lo que llueve menos el umbral de escorrentía (extracciones iniciales que son inevitables de acuerdo con el modelo).

Con la nomenclatura establecida, la segunda hipótesis queda así:

$$\frac{R_r}{S} = \frac{P - Q - P_0}{S} = \frac{Q}{P - P_0}$$

Por lo tanto:

$$Q = \frac{(P - P_0)^2}{P - P_0 + S}$$

Con la obligación de que siempre se ha de cumplir:

$$Q \leq P - P_0$$

$$R_r \leq S$$

En su versión original, el método del Número de Curva es un modelo biparamétrico, siendo  $P_0$  y  $S$  sus dos parámetros. Después de numerosas experiencias, el USDA estableció una relación entre  $P_0$  y  $S$ , a saber:

$$P_0 = 0,2 \cdot S \quad \text{o bien,} \quad S = 5 \cdot P_0$$

Mediante la cual se llega a la conocida ecuación del Método del Número de Curva, en su versión uniparamétrica:

$$Q = \frac{(P - P_0)^2}{P + 4 \cdot P_0} \quad \text{si } P > P_0$$

$$Q = 0 \quad \text{si } P \leq P_0$$

La relación entre  $P_0$  y  $S$  puede interpretarse como que el 20 % de la retención máxima posible es equivalente al umbral de escorrentía. El 80 % restante se produce por infiltración una vez que ha comenzado la escorrentía y siempre que el aguacero sea “suficientemente largo” (el ajuste del modelo se ha hecho con datos de precipitaciones diarias).

El parámetro  $P_0$  (o  $S$ ) se determina mediante la utilización de unas tablas. En ellas aparece un número adimensional, denominado número de curva ( $NC$ ), que puede tomar valores comprendidos entre 0 y 100:

- $NC = 0$ , si la cuenca o el terreno es tan permeable que no escurre agua ante ningún aguacero (esta es una situación extrema, imposible en la práctica).
- $NC = 100$ , si la cuenca es totalmente impermeable, es decir, que escurre todo lo que llueve, como en el caso de superficies de agua, tejados o carreteras asfaltadas.

A mayor  $NC$ , mayor escorrentía superficial cabe esperar ante un mismo aguacero.

La relación entre  $P_0$  (o  $S$ ) y  $NC$  es la siguiente:

$$S = \frac{25.400 - 254 \cdot NC}{NC} \quad (\text{mm})$$

$$P_0 = 0,2 \cdot \frac{25.400 - 254 \cdot NC}{NC} \quad (\text{mm})$$



Para el caso de cuencas o terrenos heterogéneos (con diferentes usos del suelo, tipos de suelo o condiciones hidrológicas) hay que efectuar una ponderación para obtener el número de curva correspondiente a la cuenca en conjunto. Para ello se divide la cuenca en complejos hidrológicos (superficies con características hidrológicas homogéneas), asignando a cada una de estas superficies ( $S_i$ ) el número hidrológico más apropiado ( $NC_i$ ). El número de curva promedio de la cuenca ( $NC$ ) se calcula ponderando según superficies:

$$NC = \frac{\sum NC_i \cdot S_i}{S}$$

Siendo:

$S_i$  = Superficie de la cuenca a la que corresponde un número hidrológico  $N_i$

$S$  = Superficie total de la cuenca.

La utilización práctica del modelo consiste en localizar un número de curva en las tablas correspondientes (tablas 15.1, 15.2 y 15.3), según el uso del suelo o vegetación, el tipo hidrológico del suelo y la condición hidrológica de la ladera. A partir de este número puede estimarse la escorrentía de forma sencilla:

- Umbral de escorrentía:  $S = \frac{25.400 - 254 \cdot NC}{NC}$  (mm)
- Escorrentía superficial:  $P_0 = 0,2 \cdot \frac{25.400 - 254 \cdot NC}{NC}$  (mm)

Uno de los principales problemas de la utilización del modelo del Número de Curva es que las tablas están desarrolladas para la vegetación y usos del suelo de Estados Unidos. Aunque se hizo una adaptación de las tablas para nuestro país (Témez, 1987), los tipos de vegetación que recoge no guardan gran correspondencia con los que aparecen en las Islas Canarias, tan diferentes a los de la España peninsular. En este sentido, Ferrer-Julià *et al.* (2006) ha adaptado los números de curva para algunas formaciones vegetales o superficies rocosas típicas de Canarias (tabla 15.3). En el presente capítulo, así mismo, se expone una adaptación para las formaciones vegetales de la Caldera de Taburiente (isla de La Palma).

**Tabla 15.1;** Tabla para la determinación del número de curva con los tipos de vegetación propios de los terrenos forestales (condición II de humedad y  $P_0=0,2\cdot S$ ) (Martínez de Azagra y Navarro, 1996; NRCS, 2007; Martínez de Azagra *et al.*, 2009)

TIPO DE VEGETACIÓN O USO DEL SUELO	TRATAMIENTO	CONDICIÓN HIDROLÓGICA	TIPO DE SUELO			
			A	B	C	D
Barbecho <sup>1</sup>	Desnudo	-	77	86	91	94
	CR2	pobre	76	85	90	93
	CR2	buena	74	83	88	90
Pastizales o pastos naturales	-	pobre	68	79	86	89
	-	regular	49	69	79	84
	-	buena	39	61	74	80
Prados permanentes	-	-	30	58	71	78
Matorral-herbazal, siendo el matorral preponderante	-	pobre	48	67	77	83
	-	regular	35	56	70	77
	-	buena	$\leq 30$	48	65	73
Combinación de arbolado y herbazal, cultivos agrícolas leñosos	-	pobre	57	73	82	86
	-	regular	43	65	76	82
	-	buena	32	58	72	79
Montes con pastos (aprovechamientos silvopastorales)	-	pobre	45	66	77	83
	-	regular	36	60	73	79
	-	buena	30	55	70	77
Bosques	-	I muy pobre	56	75	86	91
	-	II pobre	46	68	78	84
	-	III regular	36	60	70	76
	-	IV buena	26	52	63	69
	-	V muy buena	15	44	54	61

<sup>1</sup>Se incluye el barbecho dado que pueden asimilarse a él superficies sin vegetación situadas en el interior o en los bordes de los bosques, así como superficies quemadas.

<sup>2</sup>Cubierta de residuos vegetales.

**Tabla 15.2;** Valores del número de curva (condición II de humedad y  $P_0=0,2\text{-}S$ ) obtenidos a partir de los umbrales de escorrentía<sup>1</sup> de Témez (1987), para los tipos de vegetación propios de los terrenos forestales. Según Ferrer-Julià (2003)

Tipo de vegetación o uso del suelo	Pendiente (%)	Características hidrológicas <sup>2</sup>	Tipo de suelo			
			A	B	C	D
Barbecho <sup>3</sup>	$\geq 3$	R	77	86	89	93
		N	75	82	86	89
	$< 3$	R/N	72	78	82	86
Praderas	$\geq 3$	Pobres	68	78	86	89
		Medias	49	69	78	85
		Buenas	42	61	74	80
		Muy buenas	39	55	70	77
	$< 3$	Pobres	47	67	81	88
		Medias	39	59	75	84
		Buenas	30	48	70	78
		Muy buenas	17	34	67	76
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal	$\geq 3$	Pobres	45	66	77	84
		Medias	39	60	73	78
		Buenas	34	55	70	77
	$< 3$	Pobres	40	60	73	78
		Medias	35	55	70	77
		Buenas	25	60	67	76
Masas forestales (bosques, monte bajo...)		Muy claras	56	75	86	91
		Claras	46	68	78	84
		Medias	40	60	70	76
		Espesas	36	52	62	69
		Muy espesas	30	44	54	61
Rocas permeables	$\geq 3$		94	94	94	94
	$< 3$		91	91	91	91
Rocas impermeables	$\geq 3$		96	96	96	96
	$< 3$		93	93	93	93

<sup>1</sup>Para aguaceros de diseño, y para las islas Canarias, los umbrales de escorrentía calculados a partir de los números de curva de esta tabla, deben multiplicarse por los siguientes coeficientes correctores (Témez, 1990; Muñoz y Ritter, 2005):

Vertiente norte de las islas de relieve acusado: 3,5

Vertiente sur e islas de relieve suave: 4,0

<sup>2</sup>R = Cultivo en líneas de máxima pendiente; N = Cultivo siguiendo curvas de nivel

<sup>3</sup>Se incluye el barbecho dado que pueden asimilarse a él superficies sin vegetación situadas en el interior o en los bordes de los bosques, así como superficies quemadas.

**Tabla 15.3:** Valores del número de curva (condición II de humedad y  $P_0=0,2S$ ) obtenidos a partir de los umbrales de escorrentía de Ferrer-Julà *et al.* (2006), para algunos tipos de vegetación y usos del suelo de Canarias

TIPO DE VEGETACIÓN O USO DEL SUELO	PENDIENTE (%)	TIPO DE SUELO			
		A	B	C	D
Laurisilva macaronésica		36	52	62	69
Fayal-brezal macaronésico		46	68	78	84
Coladas lávicas cuaternarias	$\geq 3$	94	94	94	94
	$< 3$	91	91	91	91

A continuación se explican los componentes de las tablas del número de curva (tipo de vegetación o usos del suelo, condición hidrológica, grupos de suelo, condición previa de humedad y pendiente):

### 1) Tipo de vegetación o usos del suelo

En el caso de utilizar la tabla general del número de curva (tabla 15.1) o la de Témez (1987) (tabla 15.2), se deben consultar las recomendaciones de la tabla 15.4 y atender a las siguientes explicaciones sobre el tipo de vegetación o uso del suelo y su condición hidrológica (Martínez de Azagra y Navarro, 1996; Mongil, 2007):

- Barbecho: Los terrenos sin vegetación pueden estar completamente desnudos o tener una cubierta de residuos vegetales que proteja el suelo, procedente de vegetación o cultivos existentes anteriormente. Los terrenos quemados suelen asimilarse a barbecho.
- Pastizales o pastos naturales: Se clasifican en tres grupos (teniendo en cuenta consideraciones hidrológicas y no la producción de forraje):

- Pobres: Soportan una elevada carga ganadera, por lo que tienen escasa materia orgánica sobre el terreno; también si las plantas cubren menos del 50 % de la superficie total.
- Regulares: Aquéllos cuya cubierta vegetal alcanza entre un 50 % y un 75 % de la superficie del terreno y son moderadamente pastados.
- Buenos: Cubierta vegetal que supera el 75 % de la superficie del terreno y son ligeramente pastados.
- Prados permanentes: No son pastados, es decir, su vegetación es permanente, cubriendo el 100 % de la superficie del terreno. Son prados para henificar.
- Praderas: Se incluyen todo tipo de pastizales, pastados o no. Se consideran dos clases de pendiente.
- Matorral-herbazal, siendo el matorral preponderante: Se distingue entre pobre (cubierta del suelo inferior al 40 %), regular (50 %-75 % de la cubierta vegetal), y buena (cubierta vegetal superior al 75 %).
- Combinación arbolado-herbazal: Se refiere a un 50 % de la cubierta proporcionada por el arbolado y un 50 % por el herbazal. Para otros porcentajes hay que ponderar entre los valores que se ofrecen en los apartados de “pastizales” y “montes con pastos”.
- Montes con pastos: Se establecen tres clases basadas en factores hidrológicos y no de producción. Se consideran pobres cuando se dan labores al terreno o cuando son abundantemente pastados o incluso quemados, de modo que el monte está sin arbustos, matas, pastos y restos vegetales. Se consideran regulares cuando son pastados pero nunca labrados o quemados, de manera que la superficie del terreno presenta pastos y mantillo. Por último, son buenos aquéllos que, protegidos del pastoreo, el terreno aparece cubierto de matas abundantes, pastos naturales y restos orgánicos de toda clase.
- Bosques: Las cinco clases hidrológicas establecidas se basan en la consideración de la profundidad y grado de la consolidación de las capas de mantillo del bosque, de modo que cuanto mayor sea el espesor de dichas capas y menos compactas e impermeables aparezcan tanto mejor será la condición hidrológica resultante para la infiltración (figura 15.5).

- Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal: Para pendientes  $\geq 3$  % ó  $< 3$  % se establecen las clases de condición hidrológica pobre, media y buena.
- Masas forestales (bosques, monte bajo...): Se clasifican según la densidad en muy claras, claras, medias, espesas y muy espesas.
- Rocas permeables o impermeables: En ambos casos se consideran dos clases de pendiente. Para tener una referencia de la permeabilidad de las rocas puede utilizarse la tabla 15.5.

**Tabla 15.4:** Recomendaciones para asignar las formaciones vegetales naturales canarias a los usos del suelo que contempla el método del Número de Curva

VEGETACIÓN	FERRER-JULIÀ ET AL. (1998)	FERRER-JULIÀ ET AL. (2006)	RECOMENDACIÓN
Matorral de alta montaña	-	-	Matorral-herbazal
Pinares de <i>P. canariensis</i>	-	-	Pinares de <i>Pinus canariensis</i> (tablas que aparecen en este trabajo)
Bosque subhúmedo de perennifolios: fayal-brezal y laurisilva	Laurisilva: masa forestal muy espesa Fayal-brezal: masa forestal media	Laurisilva: masa forestal espesa Fayal-brezal: masa forestal clara	Bosques
Bosque termófilo: sabinas y acebuchares	-	-	Bosques
Matorral suculento de tabaibas y cardones, matorral semidesértico de aulagas y halofitas	Matorral xerófilo: masa forestal media	Matorral xerófilo: masa forestal muy clara	Matorral-herbazal o matorral de zonas áridas <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Las tablas de matorral de zonas áridas pueden consultarse en Martínez de Azagra y Navarro (1996) o en NRCS (2007).

**Tabla 15.5;** Conductividad hidráulica de sedimentos y rocas (López Vera, 1991)

TIPO DE ROCA O SEDIMENTO	CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA (M·DÍA <sup>-1</sup> )
<b>Rocas plutónicas</b>	
Granito fresco	10 <sup>-5</sup>
Granito meteorizado	8,35·10 <sup>-1</sup> a 1,66
<b>Rocas volcánicas</b>	
Basaltos densos	10 <sup>-11</sup> a 10 <sup>-8</sup>
Basaltos residuales	10 <sup>-9</sup> a 10 <sup>-8</sup>
Basaltos fracturados y/o meteorizados	10 <sup>-9</sup> a 10 <sup>-5</sup>
Tobas interestratificadas parcialmente zeolitizadas	3·10 <sup>-5</sup>
Tobas estratificadas	9,6 a 10 <sup>-3</sup>
Tobas soldadas	3·10 <sup>-4</sup>
<b>Rocas metamórficas</b>	
Mármol	14
Micaesquistos	2,75·10 <sup>-2</sup>
Cuarcitas	1,60·10 <sup>-6</sup>
Pizarras	1,08·10 <sup>-6</sup>
Esquistos	1,16
Gneis meteorizados y/o descomprimidos	2,50·10 <sup>-1</sup> a 8,34·10 <sup>-3</sup>
<b>Rocas sedimentarias</b>	
Aluviones de río	10 a 500
Sedimentos lacustres	0,1 a 100
Calcarenitas	31,5·10 <sup>-3</sup>
Calizas recifales	6,4·10 <sup>-3</sup>
Arenas de delta	0,1 a 200





**Figura 15.1;** La laurisilva es un bosque denso generalmente con buenas condiciones hidrológicas (Fotografía: N. Mongil)



**Figura15.2;** Rodales del Pinar de Tamadaba (Gran Canaria), con diferentes espesuras del arbolado y del matorral



**Figura 15.3;** Roque Nublo (Gran Canaria). El pinar de *Pinus canariensis* es muy claro en estas laderas de fuerte pendiente.



**Figura 15.4;** Los incendios forestales eliminan, al menos temporalmente, la cubierta vegetal y también en muchos casos los restos vegetales acumulados sobre el suelo. Esto implica una degradación de la condición hidrológica, lo que hace que en muchas ocasiones los terrenos quemados se consideren como barbecho a la hora de determinar el número de curva. En la imagen se muestra una parte de los terrenos calcinados por el incendio de Ayacata de 2007.



**Figura 15.5;** Ladera de fuerte pendiente con rocas permeables y sin vegetación. Le corresponde un número de curva de 94. Degollada de los Granadillos (Betancuría, Fuerteventura)

## 2) Condición hidrológica

La condición hidrológica se basa en una combinación de factores que afectan a la infiltración y a la escorrentía superficial. Estos factores son, en general, la densidad y fracción de cabida cubierta de la vegetación, el grado de cubierta vegetal a lo largo del año, el porcentaje de residuos vegetales cubriendo el suelo y el grado de rugosidad del suelo. La condición hidrológica es pobre si los factores antes indicados dificultan la infiltración y facilitan la escorrentía superficial, y es buena en la situación contraria.

Para terrenos forestales la determinación de la condición hidrológica suele hacerse en función de la profundidad y el grado de consolidación de las capas de humus y hojarasca del suelo del bosque, de modo que cuanto mayor sea el espesor de estas capas y menos compactas e impermeables aparezcan tanto mejor será la condición hidrológica resultante para la infiltración. Se establecen así cinco clases de condición hidrológica (Ponce, 1989; Martínez de Azagra, 1996; SCS, 1985), a las que se llega empleando ábacos como el de Morey (Udall y Dominy, 1966) que, adaptado al sistema métrico, se muestra en la figura 15.6.



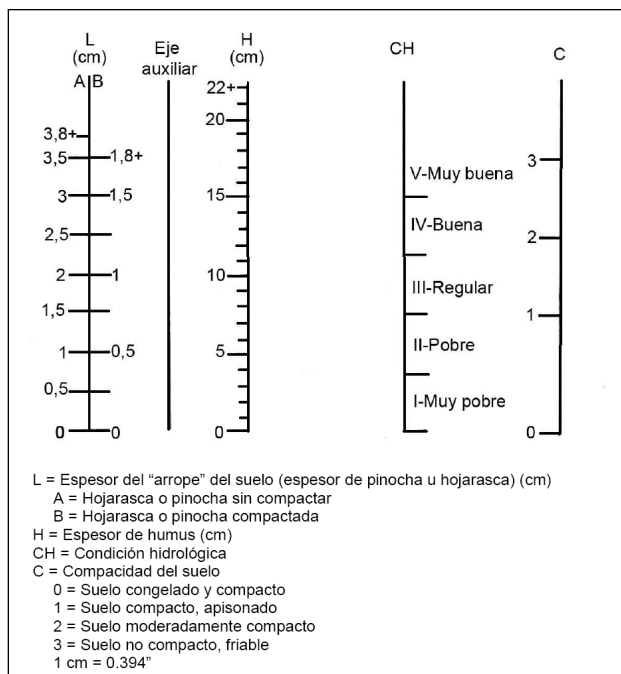


Figura 15.6; Nomograma para la determinación de la condición hidrológica en bosques. Traducido y adaptado al sistema métrico a partir del original de De Morey (1955), citado por Udall y Dominy (1966).



**Figura 15.7;** Acumulación de pinocha bajo una cubierta poco densa de *Pinus canariensis* en el pinar de Tamadaba (Gran Canaria). Compárese con la figura 15.14, correspondiente a un rodal de mayor espesura y, por lo tanto, de mayor acumulación de pinocha.

### 3) Grupos de suelos

El método del Número de Curva establece cuatro tipos o grupos de suelo desde el punto de vista de su comportamiento hidrológico (NRCS, 2002):

- Grupo A.- Suelos con bajo potencial de escurrimiento por su gran permeabilidad y con elevada capacidad de infiltración, aún cuando estén húmedos. Se trata principalmente de suelos profundos y con texturas gruesas (arenosa o areno-limosa). El nivel freático debe quedar a una profundidad mayor de 150 cm permanentemente.
- Grupo B.- Suelos con moderada capacidad de infiltración cuando están saturados. Principalmente consisten en suelos de mediana a alta profundidad, con buen drenaje. Sus texturas van de moderadamente finas a moderadamente gruesas (franca, franco-arenosa o arenosa). El nivel freático debe quedar permanentemente a una profundidad mayor de 60 cm.
- Grupo C.- Suelos con escasa capacidad de infiltración una vez saturados. Su textura va de moderadamente fina a fina (franco-arcillosa o arcillosa). También se incluyen aquí suelos que presenten horizontes someros bastante impermeables. El nivel freático se encuentra siempre a una profundidad mayor de 60 cm.
- Grupo D.- Suelos muy arcillosos con elevado potencial de escurrimiento y, por lo tanto, con muy baja capacidad de infiltración cuando están saturados. También se incluyen aquí los suelos que presentan una capa de arcilla somera y muy impermeable así como suelos jóvenes de escaso espesor sobre una roca impermeable, ciertos suelos salinos y suelos con nivel freático alto (a una profundidad menor de 60 cm).

En cualquier caso, lo más habitual en la aplicación del método del Número de Curva es determinar la textura mediante un análisis del suelo y de esa manera determinar el grupo de suelo empleando algún diagrama triangular (figura 15.8), las equivalencias de clases texturales USDA (tabla 15.6) o la capacidad de infiltración (tabla 15.7).

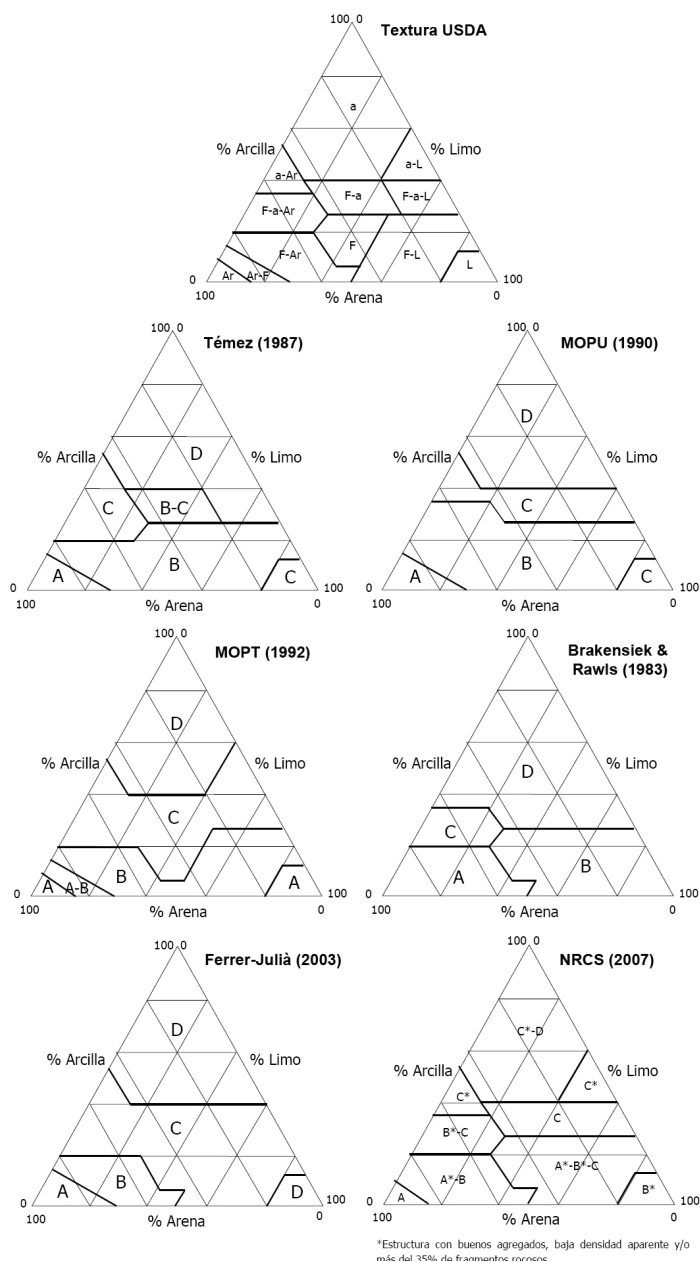
**Tabla15.6;** Equivalencias entre las clases texturales del USDA y los grupos hidrológicos

Clase de textura USDA	Brakensiek y Rawls (1983) <sup>1</sup>	Témez (1987)	MOPU (1990)	MOPT (1992)	Ferrer-Julià (2003)	NRCS (2007) <sup>2</sup>
Arenosa (Ar)	A	A	A	A	A	A
Arenoso-franca (Ar-F)	A	A	A	A-B	A	A <sup>3</sup> -B
Arcillosa (a)	D	D	D	D	D	C <sup>3</sup> -D
Arcillo-arenosa (a-Ar)	D	C	C	C	C	C <sup>3</sup>
Arcillo-limosa (a-L)	D	D	D	C	D	C <sup>3</sup>
Franca (F)	B	B	B	C	C	A <sup>3</sup> -B <sup>3</sup> -C
Franco-arenosa (F-Ar)	A	B	B	B	B	A <sup>3</sup> -B
Franco-arcillosa (F-a)	D	B-C	C	C	C	C
Franco-arcillo-arenosa (F-a-Ar)	C	C	B	C	C	B <sup>3</sup> -C
Franco-arcillo-limosa (F-a-L)	D	D	C	C	C	C
Franco-limosa (F-L)	B	B	B	B	C	A <sup>3</sup> -B <sup>3</sup> -C
Limosa (L)	B	C	C	A	D	B <sup>3</sup>

<sup>1</sup>También en Rawls *et al.* (1993).

<sup>2</sup> Además de la más actualizada, es la establecida oficialmente por el NRCS del USDA.

<sup>3</sup> Estructura con buenos agregados, baja densidad aparente y/o más del 35% de fragmentos rocosos.



**Figura 15.8;** Diagramas triangulares para la determinación de la clase texturas USDA y del grupo de suelo.



**Tabla 15.7;** Grupos hidrológicos de suelos según las definiciones del NRCS. Basada en López Alonso (2001) y Ferrer-Julià (2003)

SUELO	CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN CON HUMEDAD ELEVADA	TASA DE INFILTRACIÓN $F_c$ (mm·h <sup>-1</sup> )	PROFUNDIDAD	TEXTURA
A	Alta	$\geq 50$	Elevada	Arenosa Areno-limosa
B	Moderada	20 - 50	Mediana a elevada	Franca-arenosa Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa
C	Escasa	1 - 20	Mediana a pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa
D	Muy escasa	$\leq 1$	Con horizontes arcillosos. Litosuelos. Suelos con nivel freático permanentemente alto	Arcillosa



**Figura 15.9;** Litosuelo en la Cumbre de Gran Canaria. Se trata de un suelo del grupo D por su escasísima profundidad y estar situado sobre roca impermeable.

#### 4) Condición previa de humedad

Se refiere a la condición de humedad que tiene el suelo justo antes del aguacero que se pretende analizar. El modelo distingue tres situaciones diferentes:

- **Condición II.**- El suelo está en condición de humedad media, alejado de la capacidad de campo y del punto de marchitez permanente. Los números de curva que figuran en las tablas se refieren a esta situación. La ponderación del número de curva según superficies a la que se hizo alusión anteriormente debe realizarse siempre en esta condición.
- **Condición I.**- El suelo está muy seco pero sin llegar al punto de marchitamiento.
- **Condición III.**- El suelo se encuentra muy húmedo, saturado o próximo a la saturación.

Estas condiciones de humedad vienen definidas por las siguientes consideraciones estadísticas (Hjemfelt *et al.*, 1982): “en el 10 % de las ocasiones suelo más húmedo”, define la condición III; “en el 50 % de las ocasiones suelo más húmedo”, define la condición II; y “en el 10 % de las ocasiones suelo más seco”, define la condición I.

La determinación de las condiciones previas de humedad se realiza en función de la precipitación acumulada en los cinco días previos al aguacero (120 horas antes), distinguiéndose también entre el periodo vegetativo y el de reposo (tabla 15.8). No obstante, la aplicación en España de esta clasificación no ha dado buenos resultados, por lo que prácticamente no se utiliza. Algunos autores han desarrollado algunas alternativas para estimar la condición previa de humedad (Fernández de Villarán, 2006; Brocca *et al.*, 2008). Incluso en las últimas versiones del método del Número de Curva la condición antecedente de humedad ha pasado a denominarse condición antecedente de escorrentía (Hawkins *et al.*, 2009).

**Tabla 15.8;** Determinación de las condiciones previas de humedad, para la aplicación del método del Número de Curva.

Condición	Lluvia total durante los cinco días anteriores	
	Reposo vegetativo	Periodo vegetativo
I	menos de 12,5 mm	menos de 35,5 mm
II	de 12,5 a 28 mm	de 35,5 a 53 mm
III	más de 28 mm	más de 53 mm

Para condiciones previas de humedad distintas a la condición II, deben modificarse los números de curva de las tablas 15.1, 15.2 y 15.3 con las siguientes ecuaciones (Ponce y Hawkins, 1996):

$$NC(I) = \frac{NC(II)}{2,281 - 0,01281 \cdot NC(II)}$$

$$NC(III) = \frac{NC(II)}{0,427 + 0,00573 \cdot NC(II)}$$

## 5) Pendiente

Según Williams (1995), los valores del número de curva obtenidos en las tablas para condición II de humedad corresponden a pendientes de hasta el 5 %, por lo que para pendientes superiores es necesario ajustar el número de curva en función de la pendiente mediante la siguiente fórmula:

$$NC_{ms} = \frac{(NC_{III} - NC_{II})}{3} \cdot [1 - 2 \cdot e^{-13,86 \cdot pt}] + NC_{II}$$

Donde:

$NC_{ms}$  = Número de curva modificado por la pendiente en condición II de humedad

$NC_{II}$  = Número de curva sin modificar en condición II de humedad

$NC_{III}$  = Número de curva sin modificar en condición III de humedad

$pt$  = Pendiente media de la ladera o cuenca en tanto por uno

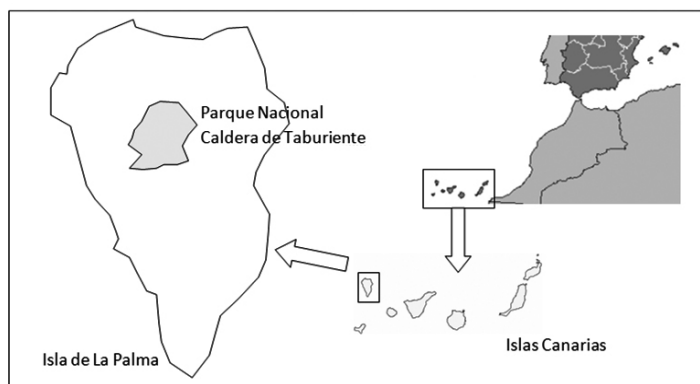
## 4. El caso de la caldera de taburiente

Con la inestimable colaboración de la dirección del Parque Nacional de la Caldera de Taburiente, en 2007 se llevó a cabo un estudio de la escorrentía de la Caldera, cuyos resultados en parte se publicaron posteriormente (Mongil, 2009). El objetivo de este trabajo fue determinar los números de curva de las principales formaciones vegetales o usos del suelo del Parque Nacional de la Caldera de Taburiente, mediante la adaptación de las tablas del número de curva existentes. Se trata de una primera aproximación para la asignación de los valores del número de curva en las mencionadas condiciones, ya que la determinación de los números de curva debe hacerse mediante la instalación de parcelas experimentales con un aforador de escorrentía (véanse por ejemplo: Descheemaeker *et al.*, 2008 y Huang *et al.*, 2006). No obstante, con costes mucho menores, es posible hacer una adaptación de las tablas del número de curva por analogía de tipos de vegetación, como ya hiciera Martínez de Azagra (1996) para las zonas áridas del sureste de la Península Ibérica. Determinar los números de curva sirve para estimar volúmenes de escorrentía y caudales máximos de avenida como respuesta a una precipitación.

### 4.1. Zona de estudio

El Parque Nacional de la Caldera de Taburiente está situado en el centro de la isla de La Palma, en las Islas Canarias (figura 15.10). Al igual que el resto del archipiélago, la isla de La Palma emergió desde el fondo del océano gracias a varias erupciones volcánicas. La Caldera de Taburiente es una gran depresión de origen erosivo y rodeada por un circo de cumbres de 8 km de diámetro, en el que se encuentran las mayores altitudes de la isla, como son por ejemplo: Roque de los Muchachos (2.426 m), Pico de la Cruz (2.351 m), Piedra Llana (2.321 m), Pico de la Nieve (2.236 m), Punta de los Roques (2.085 m), entre otros. Desde estas cotas, el relieve desciende drásticamente hacia el interior de la Caldera en escarpes prácticamente verticales de más de 800 m, hasta alcanzar la cota 430 m en su punto más bajo, lo que supone unos desniveles cercanos a los 2.000 m (MMAMRM, 2009a). Al suroeste, la Caldera de Taburiente se abre hacia el mar a través del Barranco de las Angustias, que es el desagüe natural de los numerosos arroyos y barrancos del Parque. El interior de la Caldera está surcado por una gran cantidad de profundos barrancos (barrancos de las Través, Bombas de Agua, Hoyo Verde, Los Cantos de Turugumay, Verduras de Alfonso, Los Guanches, Altaguna, la Faya, Rivanceras, Huanauao, etc.) que terminan confluyendo en los dos principales, y de curso permanente, Taburiente y Almendro

Amargo, cuya unión en Dos Aguas da lugar al Barranco de las Angustias. Entre los barrancos, como resultado de la erosión, se elevan numerosas crestas y roques, entre los que hay que destacar el Roque Idafe y el Roque del Huso. La erosión genera continuos cambios en la Caldera, muy patentes a simple vista. La aparición y desaparición de cascadas, y los desprendimientos son muy frecuentes en los desniveles del Parque. La Caldera posee un caudal de agua considerable, y cuenta con más de 70 manantiales y galerías. No obstante, debido a la densa red de canales, acequias y tuberías que parten de ella para el aprovechamiento de agua para abastecimiento a poblaciones o regadío, el caudal del barranco de las Angustias ya no tiene carácter permanente.



**Figura 15.10;** Situación del Parque Nacional de la Caldera de Taburiente.

La Caldera de Taburiente posee un clima de tipo mediterráneo, pero modificado por la latitud, la altitud y la orientación. Los factores que determinan el clima de la isla de La Palma son, además de la latitud, la circulación de los vientos alisios, el relieve, la cercanía del continente africano y la corriente fría del Atlántico. En el interior de la Caldera se encuentran ligeras variaciones climáticas en función de la altitud:

- Zona baja (400-800 m): Sin heladas, precipitaciones escasas y sin nieblas.
- Zona media (800-1.500 m): Clima más contrastado en temperaturas, nieblas abundantes y no suelen producirse heladas.
- Zona alta (por encima de 1.500 m): Nieblas menos habituales y temperaturas frescas. Por encima de 2.000 m suele nevar todos los años en invierno, y a veces se produce cencellada debido a los vientos del norte que traen hielo, y

pueden alcanzarse  $-10^{\circ}\text{C}$ . La cumbre se caracteriza por baja humedad relativa, lluvias torrenciales en otoño e invierno y periodos de sequía.

La precipitación media anual es de 966 mm en la estación de Taburiente (106U). Según la clasificación de Allué, los tipos fitoclimáticos que aparecen en la zona son Mediterráneo semiárido fresco ( $\text{IV}_7$ ), Mediterráneo árido con inviernos cálidos ( $\text{IV}(\text{III})$ ) y subsahariano ( $\text{III}_2$ ).



**Figura 15.11;** El barranco de las Angustias es el que recibe y encauza la mayor parte de las escorrentías de la Caldera de Taburiente.

#### **4.2. Metodología**

La metodología ha consistido en analizar los diferentes factores que influyen en el método del Número de Curva, mediante transectos seguidos en el interior del Parque Nacional. Para realizar los transectos se han utilizado los principales senderos existentes, dada la dificultad para el desplazamiento por otras zonas. En estos recorridos se fueron anotando datos sobre: tipos de vegetación (formaciones arboladas, de matorral o herbáceas, indicando especies y espesuras), afloramientos rocosos, suelos (descripción del perfil, roca madre, espesor de restos vegetales y de humus,

toma de muestras), condiciones hidrológicas (para la infiltración y escorrentía) y pendientes. El análisis se apoyó en la cartografía temática disponible (de vegetación, litología y suelos), facilitada por la dirección del Parque Nacional, y en las ortofotografías aéreas del Sigpac (MMAMRM, 2009b).

### **4.3. Resultados y discusión**

Con toda la información recogida, se hizo la valoración de los diferentes factores que afectan al número de curva, para llegar finalmente a las tablas del número de curva adaptadas a las formaciones vegetales de la Caldera de Taburiente:

#### **4.3.1. Tipos de vegetación**

El Parque Nacional posee casi cuatrocientas especies catalogadas de plantas vasculares, de las cuales *Helianthemum cirae* Santos ined. y *Bencomia exstipulata* Svent., están incluidas en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (MMAMRM, 2009a). La vegetación de las cumbres es probablemente la más interesante, debido a los numerosos endemismos y especies en peligro de extinción como el retamón (*Genista benehoavensis* (Svent.) Arco), la violeta (*Viola palmensis* Webb & Berth), *Bencomia exstipulata* Svent. y *Echium gentianoides* Webb ex Coincy, estos tres últimos considerados prioritarios en la directiva Hábitat. Sin embargo, la formación más característica de La Caldera consiste en el pinar de *Pinus canariensis* Chr. Sm. Ex DC, acompañado por especies como el amagante (*Cistus symphytifolius* Lam.). El pinar presenta diferentes densidades de arbolado que van desde unos pocos pies/ha hasta unos 2.500 Pies/ha. Existen también en La Caldera laderas desprovistas de vegetación con diferentes tipos de suelo (materiales volcánicos finos, pedregales, paredes rocosas).

Para el establecimiento de unas tablas del número de curva para La Caldera, se ha realizado la correspondencia hidrológica de tipos de vegetación, que se muestra en la tabla 15.9. Para los pinares de pino canario se parte de una hipótesis de correspondencia hidrológica con las masas de *Pinus ponderosa* (Douglas ex P. & C. Lawson) del oeste de los Estados Unidos, concretamente de los estados de Oregón y Washington, basada en consideraciones fitoclimáticas y morfológicas. Estos pinares están situados sobre los terrenos volcánicos de Cascade Range y poseen un clima con sequía estival. Es claramente apreciable su similitud estructural e hidrológica con los pinares de La Palma, incluso las formas de erosión y el aspecto paisajístico



es similar. Las tablas de estos pinares están definidas sólo para suelos tipo B y C, por lo que posteriormente se han deducido los números de curva para los suelos A y D, mediante relaciones de proporcionalidad, considerando que para cada condición hidrológica, la diferencia entre los números de curva con suelo A y suelo B, y entre los números de curva con suelo C y suelo D, es igual a la que existe entre los números de curva con suelo B y suelo C.



**Figura 15.12;** Pinar de *Pinus canariensis* en las proximidades del barranco Taburiente.

Por otra parte, los matorrales de la Caldera se han hecho equivalentes hidrológicamente a los matorrales con herbáceas de las tablas generales del número de curva. Los terrenos sin vegetación (pedregales y roquedos) se han considerado rocas permeables o impermeables, según la modificación que hace Ferrer-Julià (2003) de las tablas de Témez (1987) (tabla 15.2).

**Tabla 15.9;** Correspondencia de tipos de vegetación para las tablas del número de curva.

VEGETACIÓN DE LA CALDERA	VEGETACIÓN EQUIVALENTE
Pinar de <i>Pinus canariensis</i>	Pinar de <i>Pinus ponderosa</i> del Oeste de EEUU
Matorrales	Matorral con vegetación herbácea
Terrenos desprovistos de vegetación (pedregales, roquedos)	Rocas permeables o impermeables



**Figura 15.13;** Pinar denso en las proximidades del barranco de Taburiente.

#### **4.3.2. Condición hidrológica**

En las tablas del número de curva para los pinares de pino canario en La Caldera, se proponen cuatro clases hidrológicas dependientes sólo de la fracción de cabida cubierta (20, 40, 60 y 80 %), puesto que la cantidad de humus y pinocha acumulada depende fundamentalmente de la espesura del arbolado (figura 15.14). Para las superficies de matorral se han considerado fracciones de cabida cubierta de <50 %, 50-75 % y >75 %.



**Figura 15.14;** Acumulación de pinocha en un rodal denso en la zona del Pinar de las Siete Fuentes.

### 4.3.3. Tipos de suelo

Los suelos presentes en La Caldera son litosoles (suelos minerales brutos) sobre rocas magmáticas volcánicas (basaltos, lavas y fonolitas, por un lado, y rocas piroclásticas por otro) y magmáticas plutónicas (sienitas y microsienitas). Según la Soil Taxonomy, se puede hablar de suelos perteneciente al orden Entisoles (suelos con perfil poco diferenciado, de tipo AR, AC o ACR; epipedión ócrico y sin endopedión de diagnóstico), suborden Orthent (Entisoles en pendiente o con presencia de fragmentos de roca).

En el caso de La Caldera, al tratarse como se ha dicho de suelos muy poco evolucionados y de escasa profundidad, la asignación a un determinado grupo de suelo depende fundamentalmente del comportamiento hidrológico de la roca madre. Así, las sienitas y fonolitas son rocas bastante impermeables, siendo fácil presumir que los suelos formados sobre ellas se asignarán a los grupos C o D. Por el contrario, las rocas piroclásticas suelen poseer elevada capacidad de infiltración, por lo que se deben asignar a los grupos A o B.

Para la realización de este estudio se ha realizado el análisis de un suelo situado en la margen derecha del Barranco de Taburiente, a unos 100 m de la orilla del cauce, y a unos 300 m del Centro de Servicios Taburiente, en dirección a Hoyo Verde. La vegetación es de pinar y el perfil del suelo es de tipo AC, con 20 cm de pinocha acumulada y 10 cm de humus en el horizonte A. Los principales resultados del análisis se muestran en la tabla 10. Con los datos granulométricos, se puede concluir que el suelo analizado pertenece al grupo B.

**Tabla 15.10;** Principales resultados del análisis granulométrico de la muestra de suelo tomada en la Caldera de Taburiente, en las proximidades del Centro de Servicios Taburiente

Fracción	Porcentaje
Elementos gruesos	48,4
Arcilla USDA	11,2
Limo USDA	28,4
Arena USDA	60,4

#### 4.3.4. Tablas del número de curva

En la tabla 15.11 se muestran los números de curva en condición previa de humedad II para las formaciones vegetales de La Caldera de Taburiente, con pendiente menor o igual del 5 %. Para pendientes superiores a este valor es necesario corregir el número de curva que aparece en la tabla con la expresión indicada anteriormente. En la tabla 15.12 aparecen los números de curva en condición II de humedad previa para los terrenos sin vegetación (pedregales y roquedos).

**Tabla 15.11;** Determinación del número de curva (condición II de humedad y  $P_0 = 0,2 \cdot S$ ), con pendiente  $\leq 5$  %, para las formaciones vegetales de La Caldera de Taburiente.

TIPO DE VEGETACIÓN	FCC (%)	TIPO DE SUELO			
		A	B	C	D
Pinares de <i>Pinus canariensis</i>	20	56	67	78	89
	40	47	60	72	85
	60	40	55	69	84
	80	34	50	66	83
Matorrales	< 50	48	67	77	83
	50 - 75	35	56	70	77
	> 75	30	48	65	73

FCC = Fracción de cabida cubierta (%)

**Tabla 15.12;** Determinación del número de curva (condición II de humedad y  $P_0 = 0,2 \cdot S$ ), para los terrenos sin vegetación (pedregales, roquedos) de La Caldera de Taburiente

TIPO DE TERRENO	PENDIENTE (%)	TIPO DE SUELO			
		A	B	C	D
Rocas permeables	$\geq 3$	94			
	< 3	91			
Rocas impermeables	$\geq 3$	96			
	< 3	93			

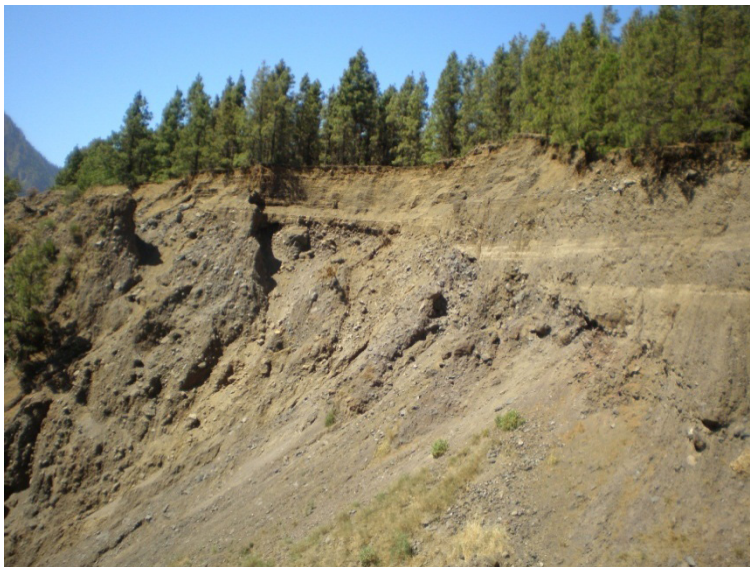




**Figura 15.15;** Fustal de pino canario con importante acumulación de pinocha en el suelo, en la subida a Hoyo Verde.



**Figura 15.16;** Pendientes abruptas de rocas impermeables (NC=96).



**Figura 15.17;** Laderas de fuertes pendientes con rocas permeables (NC=94).

#### **4.3.5. Conclusiones**

La elaboración de unas tablas del número de curva requiere de parcelas experimentales en las que se afore la escorrentía generada en respuesta a varios aguaceros. No obstante, es posible establecer una aproximación de los números de curva para diversos tipos de vegetación, y en concreto para las masas de *Pinus canariensis*, los matorrales y los terrenos sin vegetación de La Caldera de Taburiente, por comparación con tipos de vegetación similares, que posean comportamientos hidrológicos similares. Por consiguiente, las tablas que se exponen en este capítulo deben tomarse como aproximadas, mientras no se compruebe su validez mediante ensayos experimentales en campo.

La adaptación de números de curva que se muestra en este capítulo tiene una importancia añadida para las islas Canarias, puesto que debido a su peculiaridad, la vegetación canaria suele excluirse de los estudios generales sobre este tema. Es deseable, por lo tanto, extender trabajos de este tipo al resto de las formaciones vegetales del Archipiélago.

## Bibliografía consultada y referencias

- BRAKENSIEK, D.L.; RAWLS, W.J. (1983). *Green-Ampt infiltration model parameters for hydrologic classification of soils*. En: BORELLI J., HASFURTHER V., BURMAN, D. (Eds.) (1983). Advances in irrigation and drainage, surviving external pressures. Proceedings of American Society of Civil Engineers specialty conference (Jackson, WY). Amer. Soc. Civ., New York.
- BROCCA, L.; MELONE, F.; MORAMARCO, T. (2008). On the estimation of antecedent wetness conditions in rainfall-runoff modeling. *Hydrol. Process.* 22, 629-642.
- CERDÁ, A. (1995). Factores y variaciones espacio-temporales de la infiltración en los ecosistemas mediterráneos. Monografías científicas nº 5. Geoforma ediciones, Logroño.
- DESCHEEMAEKER, K.; POESEN, J.; BORSELLI, L.; NYSSSEN, J.; RAES, D.; HAILE, M.; MUYLS, B.; DECKERS, J. (2008). *Runoff curve numbers for steep hillslopes with natural vegetation in semi-arid tropical highlands, northern Ethiopia*. *Hydrol. Process.* 22, 4097-4105.
- FERNÁNDEZ DE VILLARÁN, R. (2006). Mejora de los parámetros de cálculo del modelo del Número de Curva y su validación mediante un modelo hidrológico distribuido. Tesis doctoral. Universidad de Huelva, Huelva.
- FERRER-JULIÀ, M. (2003). Análisis de nuevas fuentes de datos para la estimación del parámetro número de curva: perfiles de suelos y teledetección. Cuadernos de investigación, CEDEX, Madrid.
- Ambiente.
- FERRER-JULIÀ, M.; RUIZ, A.; DIMAS, M.; ESTRELA, T. (1998). Aportación de la teledetección para la determinación del parámetro hidrológico del número de curva. *Ingeniería del agua* 5-1, 35-46.
- FERRER-JULIÀ, M.; BLANCO, J.; RAMÍREZ, J. (2006). *Propuesta metodológica para la adaptación del parámetro número de curva a las nuevas fuentes de datos*. III Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio HAWKINS, R.H.; WARD, T.; WOODWARD, D.E.; VAN MULLEM, J.A. (2009). *Curve Number Hydrology. State of the practice*. ASCE, Reston.
- HJEMFELT, A.T.; KRAMER, L.A.; BURWELL, R.E. (1982). *Curve numbers as random variables*. En: SINGH, V.P. (Ed.) (1982). Rainfall-runoff relationship. Proceedings of the International Symposium on Rainfall-Runoff Modeling held May 18-21 (1981) at Mississippi State University, Littleton, Colorado, Water Resources Publication.
- HUANG, M.; GALLICHAND, J.; WANG, Z.; GOULET, M. (2006). A modification to the Soil Conservation Service curve number method for steep slopes in the Loess Plateau of China. *Hydrol. Process.* 20, 579-589.
- LÓPEZ ALONSO, R. (2001). Consideraciones acerca de los límites de aplicación del método del número de curva del Soil Conservation Service. *Montes*, 66, 92-97.
- LÓPEZ VERA, F. (1991). Contaminación de las aguas subterráneas. MOPU, Madrid.
- MARTÍNEZ DE AZAGRA, A. (1996). Diseño de sistemas de recolección de agua para la repoblación forestal. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- MARTÍNEZ DE AZAGRA, A.; NAVARRO, J. (1996). *Hidrología forestal. El ciclo hidrológico*. Servicio de publicaciones de la Universidad de Valladolid, Valladolid.
- MARTÍNEZ DE AZAGRA, A.; MONGIL, J.; NAVARRO, J.; DEL RÍO, J.; ROJO, L. (2009). *Hidrología de conservación de aguas*. En: NAVARRO, J.; MARTÍNEZ DE AZAGRA, A.; MONGIL, J. (Coords.) (2009). *Hidrología de conservación de agua. Captación de precipitaciones horizontales y de escorrentías en zonas secas*. Servicio de Publicaciones Universidad de Valladolid, Valladolid.
- MISHRA, S.K.; SINGH, V.P. (2003). *Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) methodology*. Kluwer Academic Publishers, Dodrecht.
- MMAMRM (2009a). *Parque Nacional de la Caldera de Taburiente*. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. <http://reddeparquesnacionales.mma.es/parques/taburiente/index.htm> (15/4/2011)
- MMAMRM (2009b). *Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC)*. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. <http://sigpac.mapa.es/fga/visor/> (15/4/2011)



- MONGIL, J. (2007). *Estimación de la escorrentía superficial mediante el modelo del número de curva*. Serie NENYA nº 4. Grupo de Hidrología y Conservación de Suelos, Ávila.
- MONGIL, J. (2009). Adaptación de las tablas del Número de Curva para las formaciones vegetales del Parque Nacional de la Caldera de Taburiente (isla de La Palma, España). *Boletín Geológico y Minero*, 121 (2): 179-188.
- MOPT (1992). *Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Madrid.
- MOPU (1990). *Instrucción 5.2-I.C. Drenaje superficial*. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Madrid.
- MUÑOZ, R.; RITTER, A. (2005). *Hidrología agroforestal*. Ed. Mundi-Prensa, Gobierno de Canarias, Madrid.
- NEITSCH, S.L.; ARNOLD, J.G.; KINIRY, J.R.; WILLIAMS, J.R.; KING, K.W. (2002). *Soil and water assessment tool. Theoretical documentation (SWAT, 2000 v.)*. Texas Water Resources Institute, College Station, Texas.
- NRCS (1997). *National Engineering Handbook. Part 630. Hydrology*. NRCS, Washington D.C.
- NRCS (2002). *National Engineering Handbook. Part 630. Hydrology*. NRCS, Washington D.C.
- NRCS (2007). *Part 630. Hydrology*. National Engineering Handbook. Natural Resources Conservation Service, Washington D.C.
- PONCE, V.M. (1989). *Engineering hydrology. Principles and practices*. Ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- PONCE, V.M. (2009). *Prof. Victor Miguel Ponce Website*. <http://ponce.sdsu.edu> (15/4/2011)
- PONCE, V.M. AND HAWKINS, R.H. (1996). *Runoff curve number: Has it reached maturity?*. *Journal of hydrologic engineering*, January 1996.
- RAWLS, W.J.; AHUJA, L.R.; BRAKENSIEK, D.; SHIRMOHAMMADI, A. (1993). *Infiltration and soil water movement*. En: MAIDMENT, D.R. (Ed.). *Handbook of hydrology*. Ed. McGraw Hill, New York.
- SCS (1985). *National Engineering Handbook, Section 4-Hydrology*. USDA-SCS, Washington, D.C.
- SCS (1986). *Urban hydrology for small watersheds*. Technical Release-55, SCS, Washington D.C.
- SCS (1991). *Engineering field handbook. Chapter 2*, SCS, Washington D.C.
- TÉMEZ, J.R. (1987). *Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales*. MOPU. Dirección General de Carreteras, Madrid.
- UDALL, S.L.; DOMINY, F.E. (1966). *Diseño de presas pequeñas*. Ed. Continental, México D.F.
- WILLIAMS, J.R. (1995). *The EPIC Model*. En: *Computer Models of Watershed Hydrology*. Water Resources Publications, Highlands Ranch C.

# Camino forestales en islas volcánicas

Juan Carlos Santamarta Cereza  
Bernabé A. Gutiérrez García

## 1. Las pistas y caminos forestales en Canarias

Los caminos o pistas forestales comprenden las infraestructuras que permiten el tránsito desde los operarios, máquinas y equipos, para transportar y aprovechar los productos forestales, incluyendo el aprovechamiento de productos forestales no madereros del bosque, el acceso a las instalaciones hidráulicas, la prevención y control de incendios forestales y el uso ocioso del mismo.

Las pistas forestales en la historia de los montes de Canarias han sido construidas, en la mayoría de los casos por los propios usuarios del monte, generalmente para poder acceder al monte con el fin de realizar pequeños aprovechamientos forestales, corta de madera de subsistencia, apicultura, obtención de carbón vegetal, así como aprovechamientos hidráulicos. Qué duda cabe que muchas pistas fueron construidas para poder ejecutar y mantener las galerías o minas de agua que interceptan los acuíferos de las vertientes. Otra de la importancia de las pistas forestales en las islas era que en muchos casos constituían el único medio de comunicación, transporte y comercio entre los caseríos y los pueblos más cercanos y entre los pueblos más próximos, (tal es el caso de la zona de Anaga, en la isla de Tenerife en la zona de Garafía en La Palma).

Por lo tanto históricamente, las pistas forestales en Canarias han sido un dinamizador de la economía y comunicaciones entre localidades (principalmente las más aisladas). Hay que recordar por ejemplo la pista forestal en la isla de La Palma que

acabó con el aislamiento de Garafía, ya que ésta mejoró las condiciones económicas de la zona permitiendo el transporte de madera de tea extraída del norte de la isla. Se da la circunstancia que esta pista presentaba túneles, para salvar obstáculos, excavados en roca, caso singular en las islas.

Las pistas forestales en la actualidad en Canarias, se utilizan para vigilancia, prevención y, en su caso, rápido acceso de los medios de extinción de incendios forestales, también facilitan el acceso para la ejecución de trabajos en áreas y masas forestales, así como permiten el acceso a los diferentes aprovechamientos forestales y en muchísimas ocasiones constituyen el único acceso de los particulares a las fincas forestales de su propiedad. Aún así, siguen permitiendo en menor medida, la comunicación de ciertas zonas muy aisladas de las islas, mejorando así la calidad de vida de los caseríos y pequeñas poblaciones. Por supuesto todavía siguen siendo la única forma de acceso a galerías, incluso a nacientes por donde se abastecen a poblaciones como es el caso en el monte de las Mercedes, en La Laguna. Por último, no cabe duda que las pistas forestales en la actualidad y cada vez más, son un medio de ocio y esparcimiento para el disfrute de los ciudadanos de los espacios naturales y forestales, consistiendo éstas en los medios para el uso recreativo de vehículos a motor (actualmente legislados por la Ley de Montes), el disfrute de las pistas por bicicletas de montaña, los recorridos a caballo por ellas, el senderismo y, cómo no, las cada vez más frecuentes pruebas deportivas internacionales de carreras de montaña. Todo ello combinado con usos de carácter religiosos tradicionales como peregrinaciones.



**Figura 16.1 ;** Camino forestal en Terceira , Azores. (Santamarta JC, 2011)

En los últimos años, en toda Canarias en general, se ha experimentado un aumento del número usuarios de la bicicleta de montaña, vehículos y motocicletas a motor, usando las pistas forestales para ello. Otro uso muy extendido es el del senderismo sobre todo por turistas que visitan las islas, dinamizando el monte como un recurso turístico importante. Finalmente hay que hacer referencia al uso de las pistas por los cazadores en las épocas establecidas.

## **2. Sistemas constructivos**

Prácticamente en las islas no se construyen nuevas pistas, el criterio es más bien de mantenimiento y conservación, no obstante conviene comentar algunas características a la hora de planificar y construir nuevas infraestructuras.

En general, las islas se dotaron de gran cantidad de pistas forestales para llevar a cabo la explotación del monte. Sobre todo en los años comprendidos entre 1940 y 1970 se abrían accesos al monte hasta el mismo lugar del aprovechamiento o explotación con medios mecánicos o explosivos, que luego se aprovecharon en muchas ocasiones para dar una continuidad a determinados tramos, construyendo una amplia red de pistas (como dato orientativo hay que decir que la isla de Tenerife consta con más de 2.000 kilómetros de pistas), muchas de ellas en desuso, ya que la realidad en todas las islas es que se tiende a mantener una red principal e incluso aumentada con una red secundaria, abandonando los ramales y redes de pistas terciarias, debido al elevado coste del mantenimiento.

Realmente, el trazado en la construcción de las pistas no importaba demasiado, sino que ésta tenía como objetivo el llegar de la forma más rápida posible y por tanto económica al lugar de los trabajos forestales, ya que una vez realizado el objetivo principal de la vía, ésta en la mayoría de las ocasiones se abandonaba, con lo que en muchas ocasiones los trazados discurrían con pendientes elevadas. Distinto era el fin de las pistas construidas para dar acceso a las instalaciones permanentes tales como galerías de agua o plantas, en los que tanto el acceso de la vía a estas instalaciones como en su recorrido desde el pueblo o caserío más cercano, solían trazarse a cota, sin mayor pendiente que el acceso final a las instalaciones de las galerías, con lo que hoy en día, estas pistas son la base de la red principal de las pistas forestales de las islas. Caso aparte constituyen los cortafuegos, en los que sí se diseñaban en líneas anchas de máxima pendiente para evitar la continuidad del combustible, utilizándose así mismo como vía de acceso rápida en caso de incendios forestales. Es por ello que en la actualidad, tanto los cortafuegos, como las pistas forestales

en general, al ser elementos lineales artificiales, aunque necesarios y en muchas ocasiones no dotados de la canalización necesaria para la evacuación del agua, son uno de los elementos principales en el medio forestal en cuanto a los efectos de la erosión hídrica se refiere.

En la actualidad, los caminos o pistas forestales han de ser diseñados y trazados sobre el terreno, siendo la premisa la necesidad de perturbar el suelo lo menos posible, establecer un sistema de drenaje adecuado y evitar, cuando sea posible, el cruce con los cursos de agua de los barrancos.

Necesariamente antes de la ejecución del camino es necesaria una planificación teniendo en cuenta los siguientes aspectos;

- La planificación debe minimizar la alteración causada por la construcción de la pista.
- La planificación debe ajustar la intensidad de la red de las condiciones topográficas y necesidades forestales.
- La planificación debe identificar zonas susceptibles de erosión y deslizamiento.

En las vías forestales se dan dos circunstancias que son determinantes a la hora de abordar los proyectos, por una parte, la gran diversidad de vehículos que las utilizan y, por otra, la distribución irregular del tráfico a lo largo del año. La multiplicidad de usos que normalmente se da a los caminos forestales hace que circulen por los mismos desde camiones de alto tonelaje, todo-terrenos, *quads*, turismos hasta bicicletas.

**Tabla 16.1** Densidad de tráfico.

CLASE	I.M.D. N° DE VEHÍCULOS INDUSTRIALES < 3 t
A	0 - 15
B	16 - 45
C	46 - 150
D	450

En relación a la densidad de tráfico rodado en Canarias, como norma general, el uso de las pistas es mayor que en los terrenos continentales por una parte, debido a que los espacios forestales en las islas son limitados y la densidad de habitantes alta, y por otra parte, a que existe una importante franja de interfase urbano-forestal en cinco de las siete islas más forestales, en la que existe importantes núcleos de

población que forman el límite de la masa forestal. Además el habitante de las islas considera el monte como un espacio de ocio.

Hay que tener en cuenta también que por la orografía de Canarias bastantes pistas están limitadas a vehículos ligeros y por lo general con tracción a las cuatro ruedas (menos de 2.000 kg por vehículo), mientras que los vehículos pesados, suelen estar relacionados con la ejecución de algún tipo de obra forestal, ya sea asociados a labores selvícolas, de repoblación, de infraestructuras e hidrología o como vehículos destinados a la prevención y extinción de incendios forestales.



**Figura 16.2;** Camino forestal tapizado en Terceira, Azores. (Santamarta JC, 2011)

La secuencia de trabajos de construcción de la pista suele ser la siguiente;

- Replanteo de la traza.
- Despeje y desbroce del área de ocupación.
- Limpieza de la subrasante.
- Excavación en desmonte.
- Compactación de la subrasante y explanación.



- Movimiento de tierras.
- Formación de la caja para contener la superestructura.
- Apertura de zanjas y pozos para las obras de fábrica.
- Formación del firme.
- Obras accesorias.



**Figura 16.3 ;** Excavación en roca de basalto mediante explosivo (Santamarta JC, 2011)

### **3. Caminos forestales y el agua. Mejora y mantenimiento de las pistas forestales**

#### **3.1. El problema del agua**

El agua es el gran enemigo de una pista forestal y en Canarias con un régimen torrencial de lluvias, el problema se incrementa. En las Islas Canarias en algunas ocasiones se producen lluvias intensas, situadas principalmente en la cabecera de los



barrancos, estas lluvias, ocasionan fenómenos erosivos de importancia. Este efecto se ve potenciado por las fuertes pendientes que existen y por las características litológicas de algunas formaciones de las islas, así como por la ausencia de una cubierta vegetal adecuada y consistente en ciertas partes de la superficie, que dificulte la acción erosiva de las aguas. La generación de los caudales sólidos y líquidos provoca que éstos lleguen a los barrancos y a las pistas forestales, removiendo los materiales y comenzando el proceso erosivo hasta su inutilización.

Una pista forestal produce un “efecto barrera” frente a la escorrentía superficial y a los pequeños cursos temporales de los barrancos si no se acometen las obras de drenaje y paso, suficientes y eficientes.



**Figura 16.4 ;** Erosión hídrica en camino forestal. (Santamarta JC, 2011)

Con respecto al agua en la pista forestal es necesario darle salida de tal forma que no se llegue a acumular en el camino o preventivamente reducir o eliminar la cantidad de agua que se dirija hacia el camino. Con ello se evita que el agua provoque daños estructurales, como los deslizamientos de taludes e incluso de laderas o la destrucción de puentes e infraestructuras asociadas a las pistas.

### **3.2. Actuaciones para la Mejora y Mantenimiento de pistas forestales.**

Realmente y, debido a que hoy en día y por diferentes motivos es casi imposible la apertura de nuevas pistas forestales o nuevos tramos de pistas forestales ya existentes, las actuaciones se basan en la mejora y mantenimiento de la extensa red de pistas de las islas. Es por ello, por lo que dependiendo de la naturaleza del terreno que caracteriza a la pista forestal se lleven a cabo diferentes actuaciones para la consecución de la mejora de la pista. Por ello distinguiremos diferentes **tratamientos de mejora** según las pistas sean pedregosas (con un elevado porcentaje de piedras y pequeños o nulos porcentajes de limos y/o arcillas), mixtas (con más del 30 % de piedras) o no pedregosas (generalmente arcillosas y limosas).

Realmente los tratamientos de mejora afectan a la plataforma de la pista o en su caso a la dotación de capa de subbase, base y capa de rodadura de aquellas pistas en las que la plataforma esté mejorada o no exista posibilidad de mejora de misma.

#### **3.2.1. Mejora de la plataforma**

La mejora de la plataforma consistirá en la adecuación de la misma, de tal forma que los vehículos puedan transitar por ella o en su caso, dejarla preparada para añadirle distintas capas que supongan una mejora en la rodadura final que se quiere establecer.

Los trabajos de mejora de la plataforma consistirán en realizar los diferentes tratamientos:

- 1) Escarificado**, que consistirá en la remoción del terreno de la propia plataforma, siempre de forma más profunda en la parte más pegada al talud de desmonte de la pista, de tal forma que se consiga que esta parte de la plataforma quede más inclinada hacia el talud de desmonte, con lo que se conseguirá peraltar la pista hacia dicho lado. En ocasiones y debido a que la pista se encuentra “en trinchera”, es decir, delimitada por dos taludes de desmonte, en lugar de la combinación de taludes de desmonte-terraplén, la forma de actuar se basa en la dotación de la pendiente de bombeo, es decir crear una inclinación que se da a ambos lados de la pista, para drenar la superficie, evitando que el agua se estanque o que el agua escurra causando daños debido a la erosión. El bombeo, o peralte de la pista depende del camino y tipo de superficie, se mide su inclinación en porcentaje y es usual un 1,5 a 4 por ciento.

- 2) **Excavación**, en los casos en que de las rejas de los tractores no consigan escarificar la pista debido a la elevada pedregosidad del terreno o la presencia de afloramientos rocosos, se sustituirá o alternarán ambas actuaciones, dependiendo de las características del terreno, procediendo en la excavación de igual forma que en el caso anterior.
- 3) **Construcción de la red de drenaje** es imprescindible para la supervivencia de la pista. Al peraltar la pista, se consigue que el agua acumulada y que discurre por los taludes de desmonte de las pistas, así como la propia que cae sobre la carrilera vayan directamente a la cuneta natural o de fábrica construida, encauzándose por ella, con lo que antes de que la cuneta se desborde, el agua debe ser evacuada a los cauces naturales, es decir, a los barrancos. Es por ello que se debe dotar a la pista de una red de drenaje que cumpla este fin. Dicha red se constituye principalmente por badenes de tierra contruidos mediante el desmonte del ancho de la plataforma, en que la franja removida se modelará una zanja transversal con una pendiente de al menos el 2% con caída hacia el lado del terraplén, que se continuará aguas abajo con un caballón conformado por el material removido. Se tendrá especial cuidado en la distancia entre el inicio del badén (desmonte) y el terraplenado del mismo, siendo ésta suficiente como para que los vehículos entren completamente en él sin que se produzcan roces en los chasis, debiéndose repetir todos aquellos badenes que no cumplan lo dispuesto. La distancia estimada entre el inicio del desmonte y el terraplenado del badén será de 5 a 8 metros. Dicha red de drenaje de badenes en tierra, se suele complementar con una pequeña red adicional de obras de fábrica como arquetas, pasos de agua, badenes empedrados, etc que ayuden a evacuar el agua de escorrentía en puntos críticos como barrancos, confluencia entre varias pistas, o tramos de pistas sin demasiada dotación de drenajes.
- 4) **Planeo y refino del terreno** consistirá en extender y repartir el material resultante de las actuaciones anteriores en toda la plataforma de manera homogénea, recuperando al máximo los finos y descartando la pedregosidad superior a 30 cm de diámetro.
- 5) **Riego de la plataforma**, es necesario para aumentar la efectividad de la compactación. El riego se efectuará de forma que el humedecimiento de los materiales sea uniforme. Se aplicará, de forma general, una dosificación de 80 l/m<sup>3</sup> en las pistas arcillosas y de 100 l/m<sup>3</sup> en pistas no arcillosas. De cualquier manera, hay que tener en cuenta que el riego sólo se ejecutará cuando las condiciones de la pista no sean las óptimas, ya que en muchas ocasiones ocurre

todo lo contrario, es decir, la pista está empapada por las lluvias que suelen aparecer en las zonas forestales de las islas.

- 6) **Compactación**, se llevará a cabo mediante el empleo de un compactador vibro, con objeto de aumentar su capacidad portante del terreno.

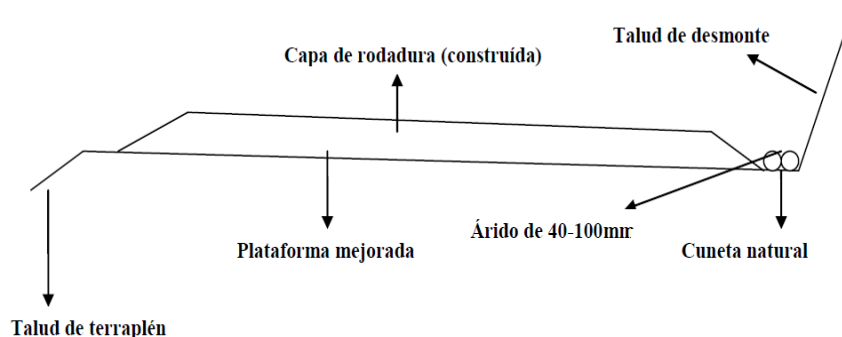
En el caso de pistas mixtas o pedregosas, entre los pasos 3 y 4 en algunas islas de Canarias, se está llevando a cabo además una operación intermedia que consiste en la **trituration del material** resultante del escarificado y de la excavación **con aperos especializados**, de tal forma que este material se incorpora sobre la plataforma como una capa de rodadura, sin necesidad de traer material de escombreras para conformar este acabado, con lo que el ahorro en costes es notable. El inconveniente es que este tipo de aperos no se puede utilizar para pistas arcillosas o limosas, dando sin embargo, excelentes resultados en el resto de pistas.

### **3.2.2. Construcción de capa de rodadura**

Con el fin de mejorar las características de circulación en las pistas, en muchas de ellas aparte de la mejora de la plataforma se lleva a cabo la construcción de la capa de rodadura. Generalmente se dota de esta capa de circulación a aquellas pistas arcillosas en las que la conducción con lluvias se hace peligrosa, pese a ser mejorada la plataforma, debido al deslizamiento que sufren los vehículos sobre estas superficies mojadas. Estas pistas arcillosas son además muy propensas a deteriorarse tras las primeras lluvias, con lo que su mejora debería ser prácticamente anual. Asimismo, se suele construir en aquellos casos en los que las propias características de las pistas o los efectos de la erosión en la carrilera de la misma, no permiten obtener material para llevar a cabo la mejora según lo establecido en los puntos descritos en el apartado anterior. Las ventajas en cuanto a la dotación en las pistas de esta capa de rodadura sobre las que no la poseen son indudables, ya que con ella podemos obtener:

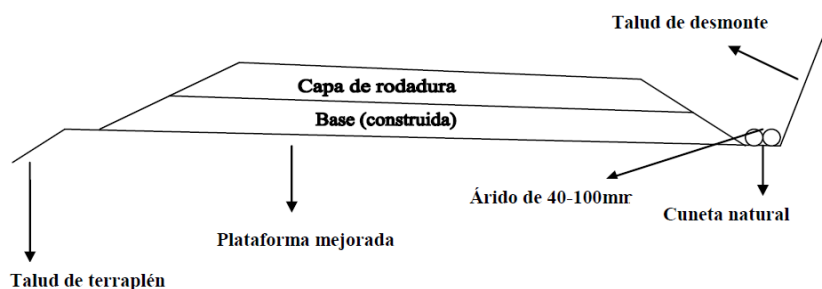
- Mayor seguridad en la conducción.
- Mejor conducción por disminución de baches a largo plazo.
- Mayor durabilidad de la pista.
- Menor mantenimiento.

La desventaja sin duda alguna lo constituye la alta inversión inicial que hay que hacer, ya que el material de aporte tiene que proceder de cantera, o en su caso de escombrera, por lo que los costes en transporte y más por pistas forestales son elevados. Además si la pista es notablemente arcillosa, o la carrilera de la pista presenta cárcavas importantes, habrá que añadir además subbases y/o bases de grava y/o gravilla que encarecerán aún más la obra, por lo que previamente a la decisión de dotar a la pista de estas capas se hace necesario llevar a cabo un estudio económico, de funcionalidad y de importancia de la pistas para acometer las obras.



**Figura 16.5;** Sección pista forestal (Capa base)

La subbase se construirá sobre la plataforma terminada, con diámetros de material mayores que para el resto de las capas que se superpondrán a ésta, de tal forma que tras el extendido de este material y regado del mismo, se compactará y aislará de las siguientes capas de las arcillas. Sobre esta capa se dispondrá de la capa denominada base, con material granular de inferior diámetro que el de la subbase, pero de mayor diámetro que el de la capa de rodadura, de tal forma que rellene los huecos producidos entre las gravas o piedras de la base y que constituya un soporte para la capa de rodadura. Finalmente y tras el riego y compactado de la base se construye la capa de rodadura, con material apto para las rodadas de los vehículos, que generalmente para las pistas forestales de Canarias, se está utilizando el denominado “todo en uno”, o en su caso material de escombrera de características parecidas.



**Figura 16.6;** Sección pista forestal (Capa rodadura)

De cualquier forma, las características del material de cantera a disponer en la pista, serán consecuencia de los ensayos de laboratorios previos que se realizan para el material de la plataforma, pero por lo general, se está dotando a las pistas forestales sobre la plataforma mejorada de una capa de rodadura de “*todo en uno*”, salvo en aquellos casos en los que la plataforma sea excesivamente arcillosa que entonces se dota además de una base y, sólo en los casos en las que las cárcavas sean importantes y que haya que rellenar la carrilera de la pista, se dispone además de una subbase.

### **3.2.3. Mantenimiento de las pistas forestales**

El mantenimiento de pistas consistirá fundamentalmente en perpetuar la vida de las pistas mejoradas, según los métodos anteriormente expuestos, evitando que se produzca erosión en las mismas, de tal forma que evite realizar dichas mejoras de forma frecuentes. Entre las actuaciones de mantenimiento se pueden mencionar:

- Limpieza de cunetas.
- Limpieza de arquetas y pasos de agua.
- Recebos de baches.
- Recebos de regueros, etc.

### ***Estabilización en pistas y caminos forestales***

La estabilización de las pistas no es muy habitual en Canarias, no obstante las especiales condiciones orográficas y climatológicas, caracterizadas por las fuertes pendientes y un régimen torrencial de lluvias, hacen inevitable la estabilización mediante áridos cemento u otras técnicas para impedir el deterioro y los fenómenos de erosión que provoca la escorrentía al fluir por ellos. En realidad, la estabilización consiste en añadir al suelo de la pista, otro material, ya sea natural o artificial, para mejorar las condiciones de la pista estudiados a priori, de tal forma que podamos prever su comportamiento futuro ante las cargas que debe soportar. No se deben utilizar agregados que tengan materiales peligrosos o con alto contenido de compuestos químicos, ya que muchas de las pistas canarias atraviesan áreas de importancia ambiental y espacios protegidos.

Los defectos que se producen en pistas sin mantenimiento son los siguientes:

- Reducción capacidad portante.
- Deterioro estética de la pista.
- Deterioro en trazado y planta.
- Deslizamientos.
- Baches, surcos y cárcavas.
- Cierre de la pista por colapsibilidad e intransitabilidad.

La estabilización de un suelo persigue algunos de los siguientes objetivos:

- Modificar la granulometría del suelo.
- Dar cohesión a un material cuyo rozamiento interno es insuficiente.
- Transformar en hidrófobos materiales sensibles al agua.
- Neutralizar finos arcillosos nocivos, mediante cambio iónico.



La estabilización de pistas se puede acometer mediante dos técnicas: La primera es la estabilización mecánica en ella, mezclando el suelo existente con otro suelo (estabilización granulométrica). El segundo tipo de estabilización es la mezcla del suelo con un conglomerante o aditivo (estabilización con cal o estabilización con cemento).

Los materiales utilizados para la estabilización de la pista deben ser compatibles con el medio ambiente donde se depositan, en aras de la sostenibilidad del medio. Otro aspecto es el coste de algunos materiales como el cemento, cal, u otros materiales típicos de la construcción, que hace que el uso de estas técnicas de estabilización no se lleve con la periodicidad deseada. Asimismo, al ejecutarse estos trabajos a la intemperie hace que la humedad nunca sea la óptima para llevar a cabo los trabajos, por lo que en unas ocasiones nos encontraremos con un suelo empapado, en el que se deberá esperar a que se oree, con el riesgo añadido de que la cal o cemento acopiado o extendido en la pista se pierda y; por otro lado, habrá que aportar tanta agua en la pista, que se tendrá que valorar si la actuación es rentable, debido a la distancia de la toma de agua o en su caso, a la cantidad de agua que se necesita para ejecutar la actuación. En definitiva, es necesario planificar la época de ejecución de las estabilizaciones con cal o cemento para que la actuación sea rentable y los resultados adecuados.

**La estabilización granulométrica** consistirá en la mezcla del terreno existente que por su naturaleza carezca de las propiedades adecuadas para resistir el tráfico, aún siendo ligero, con otro tipo de terreno que se complemente con el existente. De esta forma podemos estabilizar un suelo arcilloso con arena (estabilizaciones arcilla-arena), o un suelo arenoso con arcilla (estabilizaciones arena-arcilla), con lo que en ambos casos se modificarán los límites líquidos e índices de plasticidad, con lo que definitivamente se mejora su curva granulométrica.

**La estabilización con cal o cemento** se está utilizando para mejorar las explanadas, con lo que si se hace en la época adecuada de humedad de la pista, se consigue una importante mejora en ésta a un importe económico muy inferior a la dotación de la pista de bases y capa de rodadura. Si bien la mezcla del terreno con cemento, se utiliza para la gran mayoría de los suelos, la estabilización con cal es adecuada principalmente para suelos de naturaleza arcillosa, aunque en ambos casos para llevar a cabo la estabilización, la plataforma de la pista debe tener un mínimo de material fino para realizar la mezcla, pues si careciera del mismo, por la presencia de grandes cárcavas, no valdría estos métodos sino que se tendría que recebar la pista con una base, e incluso subbase y finalmente una capa de rodadura. En ningún caso se

podrá estabilizar con cal o cemento aquellos suelos orgánicos, ya que los resultados para este tipo de suelos son desastrosos.

La estabilización con cemento es mucho más exigente en cuanto a las condiciones de humedad, de tal forma que si ésta no es la adecuada, la cantidad de fallos en cuanto a baches y futuras fisuras en la pistas son mucho más abundantes que con cal, que permite modificaciones en el grado de humedad mientras se ejecutan los trabajos.

El procedimiento de trabajo en ambos casos se basa en los siguientes pasos y por este orden:

- 1) Escarificado de la plataforma de tal forma que se suelte el material.
- 2) Riego del material removido si la humedad no es la adecuada.
- 3) Vertido de la cal o cemento sobre el material removido y en la cantidad necesaria, previo ensayos del suelo, que consisten para la cal entre un 3% y 8% del peso seco del suelo, mientras que para el cemento y siempre dependiendo de las condiciones del terreno, se barajan cantidades de 24 kg/m<sup>2</sup> de cemento y para un espesor de 10 cm de terreno.
- 4) Riego.
- 5) Mezcla de las dos capas mediante un apero estilo rotavator.
- 6) Riego de la mezcla terminada.
- 7) Compactado del firme resultante.

En cualquier caso, parte de los riegos descritos se pueden suprimir o aumentar dependiendo de la humedad del terreno.

La última opción debe ser obviamente, cubrirlos con capas asfálticas o de hormigón coloreado, que aunque le prolonguen el periodo de vida útil, cambian el aspecto de los mismos, ya que deben conservar el aspecto rústico o forestal. Esta opción es muy cara y habría que justificarla y hacerla compatible con la función forestal, así como observar la figura de protección que tenga el espacio natural si permite este tipo de soluciones.

#### 4. Geotecnia del terreno volcánico para su uso en caminos forestales

El conocimiento y caracterización de los materiales volcánicos para la ejecución de las pistas es fundamental y necesaria para llevar a cabo el éxito en la estabilidad y durabilidad de las obras ejecutadas. El problema fundamental en el caso de los terrenos en islas volcánicas radica en que la legislación y algunas metodologías no son eficientes con los terrenos volcánicos por diversas cuestiones; éstas se pueden resumir en lo siguiente:

- La heterogeneidad en el terreno.
- Expansividad y colapsibilidad del terreno.
- Anisotropía en las propiedades de los materiales.
- Topografía, elevadas pendientes.
- Geomorfología, movimientos del terreno, desprendimientos...

Los materiales más usuales por los que se ejecutan y transcurren las trazas de las pistas agroforestales se pueden englobar en materiales brechoides, depósitos aluvio-coluviales y suelos arcillosos y/o limosos.

En alguna ocasión es posible que la pista deba atravesar una colada de material basáltico con escorias, por lo que será necesaria la utilización de explosivos y tomar las medidas pertinentes, sobre todo las que conciernen a los desprendimientos de ladera.

**Tabla 16.2;** Grupos de terrenos que contempla el CTE para la programación del reconocimiento del terreno Fuente (Documento Básico de Seguridad Estructural-Cimientos (DB SE-C). CTE

Grupo	Descripción
T-1	Terrenos favorables: aquellos con poca variabilidad, y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados.
T-2	Terrenos intermedios: que presentan variabilidad, o que en la zona no siempre se recurre a la misma solución de cimentación, o en los que se puede suponer que tienen rellenos antrópicos de cierta relevancia, aunque probablemente no superen los 3,0 m.

T-3	<p>Terrenos desfavorables: que no pueden clasificarse en ninguno de los tipos anteriores. De forma especial se considerarán en este grupo los siguientes terrenos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Suelos expansivos</li> <li>b) Suelos colapsables</li> <li>c) Suelos blandos o sueltos</li> <li>d) Terrenos kársticos en yesos o calizas</li> <li>e) Terrenos variables en cuanto a composición y estado</li> <li>f) Rellenos antrópicos con espesores superiores a 3 m</li> <li>g) Terrenos en zonas susceptibles de sufrir deslizamientos</li> <li>h) Rocas volcánicas en coladas delgadas o con cavidades</li> <li>i) Terrenos con desnivel superior a 15°</li> <li>j) Suelos residuales</li> <li>k) Terrenos de marismas</li> </ul>
-----	---

Las siguientes recomendaciones se han obtenido de la guía geotécnica para terrenos volcánicos del Gobierno de Canarias cuyo coordinador es Hernández Gutiérrez *et al.* (2010).

#### 4.1. **Material brechoide**

Están asociados a violentos episodios eruptivos de alta explosividad asociados o no, a procesos de colapso de caldera o bien a fenómenos de deslizamientos gravitacionales en masa cuyo resultado final es una masa caótica y brechoide formada por bloques de naturaleza diversa. En general muy angulosos, con gran variación en el tamaño de los mismos englobados en una matriz fina más o menos cementada y ocasionalmente muy dura.

Forman paquetes de grandes espesores (hasta cientos de metros) y pendientes poco pronunciadas de brechas compactas y caóticas de naturaleza mono o polimítica. Presentan valores de RMR entre 65 a 75 y se consideran terrenos de tipo T2.

Los problemas geotécnicos a tener en consideración serán:

- Resistencia media a alta y deformabilidad moderada.
- Inestabilidades de laderas naturales o taludes excavados.

- Agresividad de aguas freáticas.
- Asientos debidos a la compresibilidad de niveles orgánicos o con abundante materia orgánica.

#### **4.2. Depósitos aluvio-coluviales**

Los depósitos aluvio-coluviales se extienden a lo largo de los tramos inferiores y zonas de desembocadura de los fondos de barranco. Ocasionalmente pueden aparecer a cotas superiores como consecuencia del encajamiento de dichos barrancos. Generalmente presentan escaso espesor.

También forman mantos en forma de abanicos con notables signos de inestabilidad debido a que en ocasiones la pendiente supera los límites del ángulo de equilibrio.

Son depósitos constituidos por arenas y cantos muy heterométricos con tamaños desde centimétricos a mayores de un metro y formas de tendencias redondeadas a subredondeadas.

La matriz, de naturaleza detrítica, puede ser abundante o estar ausente. Son terrenos blandos o sueltos de tipo **T3c**.

Los problemas geotécnicos que pueden afectar a las condiciones de cimentación en esta unidad son, entre otros, los siguientes:

- Baja resistencia y deformabilidad moderada a alta.
- Inestabilidades puntuales en zonas proximas a relieves montañosos de pendiente moderada a alta. Ligeros abarrancamientos.
- Asientos diferenciales.
- Asientos de consolidación en términos arcillosos y con presencia de nivel freático superficial.
- Moderada expansividad de los niveles arcillosos.

### 4.3. Suelos arcillosos y/o limosos

Suelos residuales y sedimentos lacustres de naturaleza fundamentalmente arcillosa y/o limosa. Se forman bien en el fondo de cuencas lacustres cerradas o semicerradas por sedimentación de detritos finos o muy finos de tamaño arcilla, o bien asociados a la intensa alteración superficial de material rocoso hasta la formación de capas de suelos que en ocasiones pueden alcanzar espesores de varios metros.

En ambos casos, el material resultante suele tener naturaleza limosa o arcillosa. En general son suelos blandos tipo **T3j**.

Los problemas geotécnicos más habituales de estas unidades son los siguientes:

- Baja resistencia y alta deformabilidad.
- Asientos debidos a la compresibilidad de niveles orgánicos o con abundante materia orgánica.
- Fenómenos de hinchamiento o expansividad motivados por cambios de humedad del terreno.



**Figura 16.7**; Erosión por poca capacidad portante del terreno, en camino forestal. (Santamarta JC, 2011)

#### **4.4. Estudio geotécnico del camino**

Para el estudio de la calidad y la geotecnia del camino son necesarios unos ensayos de laboratorio y trabajos de campo. Se realizan para la caracterización de los materiales afectados por el proyecto de construcción de la red de caminos o pistas.

Con ello se pretende determinar:

- Tipos de explanada.
- Excavabilidad de los materiales.
- Utilidad de los materiales de excavación.
- Aptitud de materiales de préstamo.
- Taludes más recomendables.

En la pista agroforestal, se hace necesario realizar unas calicatas, generalmente en los lugares donde indique el director de la obra o representante de la administración. Se toman las muestras y se envían al laboratorio.

Las calicatas para pistas forestales es una técnica de prospección empleada para facilitar el reconocimiento geotécnico que también es válida para estudios edafológicos. Las excavaciones son de profundidad pequeña a media, realizadas normalmente con pala retroexcavadora. Las calicatas permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar y, por lo tanto, es el método de exploración confiable y completa. El coste es relativamente bajo.

Tras el reconocimiento, es necesario hacer una recopilación bibliográfica para incorporar una descripción somera de la geología de la zona, que se complementa además con las observaciones efectuadas en la ejecución de las calicatas.

En el laboratorio, con las muestras tomadas de las calicatas se realizan diversos ensayos para la caracterización de los materiales encontrados. Los ensayos se deben realizar según normas NLT o procedimientos de buena práctica.



Tabla 16.3 Ensayos para realizar a las calicatas.

ENSAYO	NORMA
Granulometría por tamizado	UNE 103 101
Límites líquido y plástico	UNE 103 103 y 103 104
Contenido en materia orgánica	UNE 103 204
Proctor normal	UNE 103 500
Índice C.B.R.	UNE 103 501

También es necesario analizar los materiales de préstamo que se encuentren en la traza de la pista y se vayan a utilizar en la misma.

Los ensayos deben concluir con el resultado de “adecuados” y constituir una explanada E-1. Estos suelos “adecuados”, compactados con energía correspondiente a Proctor Modificado, tendrán capacidad portante correspondiente a explanada tipo E-2.

## 5. Desprendimientos en las pistas. Barreras estáticas y dinámicas

### 5.1. Factores naturales

En Canarias, los desprendimientos en las pistas y caminos forestales son muy habituales. Esto se debe a factores geológicos, que se basan en la naturaleza de los materiales, la alternancia de materiales y la erosión diferencial. No se les suele dar mucha importancia al ser vías muy poco transitadas.

Las rocas basálticas en las laderas se encuentran muy fracturadas y por los efectos climatológicos se van desprendiendo, a esto se le suman los piroclastos no cohesivos que siguen la misma suerte, sobre todo con lluvias torrenciales. Por último los suelos finos de las zonas húmedas están muy meteorizados.

La alternancia de materiales debido a que el terreno volcánico es muy heterogéneo produce que se sucedan materiales de distinta resistencia, con la consiguiente fácil erosión de los estratos sueltos o blandos.

Los factores medioambientales también son importantes, aunque nadie duda del factor positivo de las masas forestales, sobre todo por su función conservadora del

suelo. En este sentido, las raíces de los árboles contribuyen a la fracturación y disgregación de las rocas en zonas abruptas, incluso en macizos compactos de basalto. El viento en algún caso puede provocar la caída de materiales. La fauna sobre todo las cabras, también puede remover materiales y provocar su caída.

Obviamente cuando se construye una pista forestal hay una modificación de la morfología con la alteración de las pendientes naturales del trazado, hecho que crea unas inestabilidades y desequilibrios en la ladera que provoca posteriores desprendimientos.

Los materiales desprendidos van desde pequeños piroclastos, piedras de mayor tamaño, bolos o “bimbas”, bloques individualizados hasta desprendimientos superficiales de canchales.

## **5.2. Actuaciones de protección**

Las actuaciones para prevenir los desprendimientos no son fáciles ni económicas, más aún cuando se trata de caminos forestales o agrícolas que no tienen un uso intensivo como para compensar su inversión económica. En todo caso hay que valorar caminos donde exista un peligro patente de causar víctimas o problemas a edificaciones, ladera abajo, o en su caso, donde la caída de materiales afecte a pistas de elevada importancia.

Entre los sistemas más utilizados para la solución de los desprendimientos se destacan los siguientes para su uso en pistas.

- Barreras estáticas.
- Barreras dinámicas.
- Mallas metálicas.
- Muros de piedra.
- Muros de gaviones.
- Eliminación de bloques inestables.
- Modificación geometría taludes de la pista.

Las barreras en Canarias se comienzan a instalar a mediados de los 80, principalmente en carreteras secundarias. Su uso para pistas forestales es más limitado o casi inexistente.



**Figura 16.8;** Barrera dinámica de protección de desprendimientos. (Santamarta JC,2009)

Las barreras estáticas o pantallas estáticas son útiles para contener desprendimientos pequeños pero continuos. Se construyen en base a una estructura de acero, cable y malla de triple torsión.

Las pantallas estáticas se colocan transversalmente a la trayectoria de las piedras o bloques individualizados de las coladas volcánicas; en su caída con el fin de detenerlas se colocan barreras estáticas rígidas. Las barreras están formadas por redes metálicas de alta resistencia hecha con cable de acero y anclada al terreno mediante postes, en los cuales se instalan disipadores de energía cinética.

El diseño depende de los siguientes factores:

- Amortiguación del terreno.
- Cargas del impacto.
- Topografía.
- Pendiente.

- Geomorfología, movimientos de ladera.
- Grado de disgregación del material de la ladera.
- Presencia de animales (caprínos).

Cuando los posibles desprendimientos consisten en rocas de gran tamaño la solución aconsejada son las pantallas dinámicas, debido a que son capaces de absorber una gran masa en un corto espacio de tiempo. Estas pantallas absorben la energía cinética de las piedras o bloques que se desprenden mediante la deformación de la propia barrera y de los elementos disipadores de energía.

Para su instalación es necesario estudiar los puntos más apropiados para instalar las barreras dinámicas según las posibles trayectorias de los materiales desprendidos. Además, teniendo en cuenta los impactos que deberán soportar, se calculan sus dimensiones para conseguir un punto óptimo de resistencia y de coste económico. En este sentido, suponen una alternativa mucho más barata que soluciones más convencionales como los muros.

Los muros son una solución muy cara en este tipo de infraestructuras y suelen ser de piedra basáltica. En algunos casos se utilizan muros de gaviones, los cuales son efectivos sobre todo para pies de monte, canchales.



**Figura 16.9**;Obra de protección de ladera con piroclastos volcánicos, en la isla de El Hierro. (Santamarta JC,2009)

### **5.3. Obras de fábrica y paso**

En las pistas forestales es necesario realizar obras auxiliares, para su correcto funcionamiento. Estas obras se dividen entre obras de paso y de fábrica. Se limitan a las necesarias para el drenaje transversal de la vía. Para la definición del número de caños, sus dimensiones y ubicaciones se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- Microcuencas de recepción.
- Cubierta vegetal.
- Desarrollo de la rasante.
- Intensidad-duración de las precipitaciones máximas.
- Fórmula de Talbot de definición del área de sección de un caño.
- Método racional de cálculo de caudales.
- Caños contruidos en caminos del entorno del monte.

Se deben excavar cunetas y construir, a intervalos apropiados, estructuras de drenaje transversales para canalizar el agua hacia las zonas de vegetación contiguas a los caminos. Son estructuras sencillas y baratas, dependiendo de la terminación y capacidad de las mismas, que con frecuencia se descuidan y que son indispensables para limitar la erosión del suelo que provoca la construcción de las pistas. De la construcción de las obras de drenaje, dependerá en gran parte la facilidad de acceso y la vida útil del camino.

También existen las contra cunetas, que son cunetas que se construyen paralelas a la pista forestal con la función de prevenir que llegue el agua en exceso por la ladera. No son muy populares porque provocan que esa zona de la ladera se reblandezca y se pueda deslizar.



**Figura 16.10** ;Obra de paso sobre cauce en Tenerife. (Santamarta JC,2010)

Inicialmente hay que hacer un cálculo hidráulico, en el se debe ver la dotación de infraestructuras de drenaje acorde a los requerimientos de la zona. Hay que tener en cuenta algunas premisas:

- Cada tubo de hormigón debe drenar el caudal máximo que las cunetas son capaces de desaguar.
- La Instrucción de Carreteras sólo considera caños a partir de 60 cm de diámetro, aunque visto que los caños de esta dimensión se obturan con facilidad, ya que el mantenimiento en los mismos es escaso y que por otro lado, se cierran como consecuencia del material forestal acumulado, tales como ramas o troncos de diámetros importantes, se están sustituyendo por caños de al menos 1 metro de diámetro que forestalmente se ha visto que es más adecuado.
- Serán puntos obligados de colocación de drenes transversales aquellos en los que exista tendencia al encharcamiento por ser puntos de paso de pendiente a rampa. Por lo demás, una vez cubiertos estos puntos críticos, la distribución de los restantes se hará siguiendo un patrón de ubicación calculado.



La necesidad de instalar embocaduras está directamente relacionada con la velocidad con la que sale el agua por el tubo de hormigón, de modo que si ésta resulta mayor de la máxima admisible, será conveniente colocarlas para evitar que se produzca erosión a la salida del caño. Por su parte, las velocidades máximas admisibles son en función del tipo de material que constituye el terreno.

La recogida del agua de las cunetas para que penetre al interior de los caños se hace mediante unas cajas de hormigón situadas en ellas que reciben el nombre de arquetas.

Es usual construir obras de paso o vados en zonas por donde transcurren micro barrancos o drenajes naturales de las laderas que interceptan a la pista forestal. Los vados son estructuras artificiales, generalmente se trata de losas de hormigón o mampostería. La construcción de vados es económica. Su diseño debe evitar provocar erosión aguas arriba y aguas abajo, además de evitar que se provoque socavación.

En algunas ocasiones se llega a construir pequeños puentes (más de 5 metros de luz). En Canarias suelen ser de mampostería y deben asegurar que tengan dimensiones de paso, para que puedan evacuar todo el caudal cuando haya lluvias. Si no es así pueden ser destruidos por una avenida como así ha ocurrido en islas como El Hierro.



**Figura 16.11 ;** Obra de refuerzo de firme en camino forestal de La Gomera. (Santamarta JC,2009)



## **6. Legislación y uso de las pistas o caminos forestales. El caso de Tenerife**

Es evidente que las pistas forestales en las islas suponen un recurso de ocio para sus habitantes que acceden a las diferentes partes del monte. Esto si no se controla o regula puede llegar a ser un problema y un impacto considerable a la sostenibilidad del ecosistema.

La accesibilidad al monte puede llegar a provocar el acceso de personas con intereses que pueden conducir a la destrucción del monte o sus recursos, como por ejemplo los pirómanos, corredores ilegales, cazadores furtivos etc...

En la actualidad en Tenerife, el tráfico recreativo y deportivo por estas vías se ha incrementado notablemente, no siendo seguro, dadas las características de las pistas y produciendo además, problemas de conservación en los espacios naturales protegidos, así como importantes daños en los firmes no asfaltados, por lo que se hace imprescindible regular la circulación.

La Ley 43/ 2003 del 21 de noviembre de Montes, establece en su artículo 54 bis, en su punto 2:

2. La circulación con vehículos a motor por pistas forestales situadas fuera de la red de carreteras quedará limitada a las servidumbres de paso que hubiera lugar, la gestión agroforestal y las labores de vigilancia y extinción de las Administraciones Públicas competentes. Excepcionalmente, podrá autorizarse por la Administración Forestal el tránsito abierto motorizado cuando se compruebe la adecuación del vial, la correcta señalización del acceso, la aceptación por los titulares, la asunción del mantenimiento y de la responsabilidad civil.

En Tenerife la circulación con vehículos de motor está prohibida con carácter general, quedando limitada a las servidumbres de paso, la gestión agroforestal y las labores de vigilancia y extinción de incendios forestales. No obstante, el Cabildo de Tenerife, en desarrollo de la Ley de Montes, ha establecido la siguiente regulación:

- Senderistas y paseantes a pie, ciclistas y jinetes a caballo pueden transitar por cualquier pista forestal.
- El acceso a las áreas recreativas, zonas de acampada o campamentos se podrá realizar con cualquier tipo de vehículo apto para circular por carreteras (turismos, furgonetas, guaguas o motocicletas, entre otros.)

- Para el esparcimiento y recreo con vehículos de motor por las pistas forestales se ha habilitado la Red de pistas para la circulación de vehículos de motor con finalidad recreativa.

### **Bibliografía consultada y referencias**

- ABREU PIDAL, J.M.(1983).Planificación y Proyectos de Vías Forestales. ICONA.
- BEN HUR, M. FERNANDEZ, C.SANTAMARTA CEREZAL, JC. 2009: Ecological Studies. Chapter; Overland flow, soil erosion and stream water quality in forest under different perturbations and climate conditions.Ed. Springer. Germany.
- ELORRIETA JOVE, J. (1989).Vías de Saca. Fundación Conde del Valle de Salazar.ETSI Montes.UPM. Madrid.
- HERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, LE. ET AL. 2010. Guía para la Planificación y Realización de Estudios Geotécnicos para la Edificación en la Comunidad Autónoma de Canarias. Inédito.
- LÓPEZ-BACHILLER FERNÁNDEZ, M.2008.*Reparación de caminos forestales*.



# La ordenación territorial del paisaje forestal de las áreas protegidas de Canarias

Moisés R. Simancas Cruz

## 1. Introducción

Las Islas Canarias constituyen un ámbito territorial adecuado para desarrollar cualquier análisis relacionado con la política pública que hemos denominado como de “protección ambiental del territorio” (Simancas, 2007a), cuya mayor expresión y materialización espacial es la declaración de áreas protegidas. Esta última se ha convertido en una de las políticas públicas de mayor experimentación y trascendencia territorial, como lo denota su rápida y significativa expansión espacial, sobre todo, tras el proceso de traspaso generalizado de competencias a las comunidades autónomas (1982). Así, la superficie protegida de Canarias se ha multiplicado por veintidós en cincuenta años (Simancas, 2007a), con el consiguiente impacto sobre la organización y ordenación territorial de sus espacios insulares.

La actual superficie protegida en Canarias resulta de la superposición, imbricación y yuxtaposición de dos redes de áreas protegidas: por un lado, la Red Canaria, configurada por 146 áreas protegidas —incluyendo los cuatro Parques Nacionales— y regulada por el vigente Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio y de Espacios Naturales de Canarias, aprobado mediante el Decreto Legislativo 1/2000, de 8 de mayo (TRLOTENC en lo sucesivo); y por otro, la Red Natura 2000, de ámbito comunitario, la cual resulta del sumatorio de las 43 Zonas de Especies de Protección para las Aves (ZEPA) declaradas como tales en virtud de la Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de noviembre de 2009 relativa a la conservación de las aves silvestres [Directiva Aves] y de las 177 Zonas de Especial Conservación (ZEC) que,

en virtud del *Decreto 174/2009, de 29 de diciembre*, derivan de la declaración como tales de los Lugares de Interés Comunitaria (LIC) en coherencia con lo establecido al respecto en la Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres [Directiva Hábitats]. Existe una tercera Red, que podríamos denominar “UNESCO”, configurada por seis Reservas de la Biosfera y dos Patrimonios Mundiales de la Humanidad. Del mismo modo, la estructura territorial de protección ambiental se completa con una Zona Convención Ramsar de Protección de Humedales.

El resultado es que a la superficie inicial de la Red Canaria de Áreas Protegidas, con un total de 301.329 hectáreas, se han sumado 281.966 hectáreas de nueva declaración. De esta manera, la superficie terrestre protegida del Archipiélago es de 366.941 hectáreas, lo que supone el 42,6% de la extensión total del Archipiélago, ascendiendo al 47,8% si se añade la superficie terrestre de la Red Natura 2000 no coincidente con la anterior. Esta cifra hace que Canarias sea la Comunidad Autónoma de España con un mayor porcentaje de superficie protegida (Europarc-España, 2010). A esta cifra hay que añadir 216.354 hectáreas correspondientes a la superficie marina de la Red Natura 2000.

En este capítulo realizamos algunas reflexiones y propuestas en torno a la práctica actual de la ordenación planificación y gestión territorial de la Red Canaria de áreas protegidas. La idea es contribuir al proceso de profunda renovación y actualización conceptual y funcional de la política de declaración de áreas protegidas en coherencia con el nuevo paradigma que se ha iniciado a escala mundial en el marco del debate propiciado desde los designios, recomendaciones y determinaciones de diversos eventos internacionales de referencia, como el IV Congreso Mundial de Parques Nacionales y Áreas Protegidas de la UICN (Caracas, 1992), el V Congreso Mundial de Parques de la UICN (Durban, 2003), el III Congreso Mundial de la Naturaleza (Bangkok, 2004) y la citada VII Conferencia de las Partes del Convenio de Diversidad Biológica, en documentos políticos de prestigio como el “Quinto Programa Comunitario de Política y Actuación en materia de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible” (1993-2000), la “Estrategia de Conservación de la Biodiversidad en Europa” (1998), la “Estrategia Territorial Europea” (1999) y el denominado “Principios Directores para el Desarrollo Territorial Sostenible del Continente Europeo” (2000), así como en iniciativas nacionales como el “Plan de Acción para los Espacios Naturales Protegidos del Estado Español (2002), la “Estrategia española de Desarrollo Sostenible” (2002) o el Programa de Trabajo para las Áreas Protegidas 2009-2013 (EUROPARC-España, 2009).

## 2. El paisaje forestal de las áreas protegidas de Canarias

### 2.1. Algunas reflexiones en torno a la declaración de las áreas protegidas

La declaración de un área como “protegida” supone una potestad pública que implica la delimitación geográfica de un conjunto de unidades territoriales función de una serie de criterios (los *fundamentos de protección ambiental*) a las que se otorga un régimen jurídico específico y vinculante. Su principal fin es lograr la perpetuación *in situ* indefinida de las cualidades, méritos o grados de excelencia (*calidad ambiental*) de sus *contenidos geográficos* (elementos, paisajes y procesos), de modo que no sólo se evite su alteración o destrucción —o al menos, se reduzca a la consideración de “aceptable”— sino que se favorezca su mejora —y, por tanto, incremento— mediante acciones de restauración y/o recuperación (Simancas, 2007b).

Esta forma de entender y aplicar la política de declaración de áreas protegidas supone, en primer lugar, que se convierta en una estrategia de “utilización” o “uso del suelo” (*land use*) y, por tanto, de ordenación territorial. Esta perspectiva determina que pueda ser entendida como “el ADN de paisaje” del ámbito territorial objeto de protección ambiental (Simancas y García, 2011), en cuanto constituye el elemento que transforma el *espacio geográfico en territorio*, al adscribirlo a un hecho y finalidad concreta, la protección ambiental del territorio. Así, constituye la estrategia responsable que, en último término, define su organización territorial, en la medida en que da lugar a una determinada estructuración física del sistema territorial objeto de protección ambiental, la cual puede ser descrita a través de la identificación de las “coberturas” u “ocupaciones del suelo” (*land cover*). De esta manera, el paisaje forestal de las áreas protegidas no sólo es consecuencia de la capacidad del medio para albergar distintos tipos de vegetación, de la dinámica biogeográfica vegetal y de las sucesivas y diferentes modificaciones de la cobertura vegetal preexistente realizadas por la acción humana conforme a las distintas necesidades e intereses; por el contrario, también resulta de las formas de gestión derivadas de la aplicación de distintos modelos de protección ambiental.

En segundo lugar, esta concepción de las áreas protegidas conlleva a que lo “protegido” se consolide como una práctica y una voluntad política-administrativa con una elevada significación, trascendencia e influencia sobre la dinámica y organización económica y social de los sistemas territoriales objeto de protección ambiental. Esta perspectiva hace que, en consonancia con los elocuentes lemas de “Parques para el Desarrollo” y “Parques para la vida” de los III y IV Congresos Mundiales de Parques

de la UICN de Bali (1982) y Caracas (1992), respectivamente, las redes de áreas protegidas adquieran una dimensión instrumental, e incluso, utilitarista, que induce a que a su valor intrínseco de uso (directo o indirecto) se añada lo que, en economía ambiental, se denominan como “de no-mercado” o “de no-uso”, y, por tanto, los “de existencia” y de “de opción”, que, en *último término*, *no sólo suponen su valoración como una realización con vocación ética, sino también funcional, al vincularse, por ejemplo, con la fijación (secuestro) de CO<sub>2</sub> por los ecosistemas vegetales terrestres.*

En tercer lugar, la declaración de un área como “protegida” se fundamenta en la técnica de delimitación y diferenciación territorial de unidades homogéneas. De esta manera, este tipo de política se sustenta básicamente en el procedimiento de *perimetrización* ambiental del territorio, hasta el punto que la forma y superficie de las unidades resultantes (las áreas protegidas) son cuestiones definidas por sus límites (“la línea”); a este respecto, la definición de los límites de las áreas protegidas no constituye una cuestión banal como ponen de evidencia los problemas generados con la apurada e imprecisa delimitación territorial de las declaradas en virtud de la Ley 12/1987 y que han sido analizados por Martín Esquivel *et al.* (1995) y Simancas (2007a). El resultado es que las áreas protegidas son clasificaciones taxonómicas, cuya definición se corresponde con una escala de discrecionalidad derivada de la identificación de tales límites, que, en último término, son los que hacen que lo “protegido” se consolide como una entidad propia, al asignarle una determinada finalidad y funcionalidad.

Esta concepción de las **áreas protegidas** aporta dos argumentaciones para considerar más adecuado el término de “área protegida” en detrimento al de “espacio protegido” (Simancas, 2007b). La primera se relaciona con el hecho que, mientras esta última expresión, en su sentido más abstracto, hace alusión a cualquier ámbito, sin precisión de límites y sin otras referencias que las meras coordenadas de localización, el primero se ajusta perfectamente a dos acepciones que de ella se hace en el Diccionario de la Lengua Española: por una parte, la que hace referencia al “espacio de tierra comprendido entre ciertos límites”, y por otra, la que alude al “*espacio en que se produce determinado fenómeno o que se distingue por ciertos caracteres geográficos, botánicos, zoológicos, económicos, etc.*”. La segunda argumentación se vincula con la escala geográfica: mientras que el término “área” se refiere a ámbitos territoriales locales, el de “espacio” preferimos utilizarlo para hacer referencia a situaciones geográficas de mayor escala espacial o superior rango administrativo-espacial, como el insular.

Del mismo modo, induce a considerar que tales límites sean susceptibles de ser “manipulación” para lograr unos determinados objetivos. Prueba de ello es la pari-



dad que presenta la distribución provincial de la superficie protegida de Canarias, que, como es obvio, no obedece a criterios biogeográficos, sino que, por el contrario, responde directamente a cuestiones de índole estrictamente política y, en concreto, con el denominado “pleito insular” (Simancas, 2007b). Ello explica que los perímetros de algunas de las áreas protegidas no coincidan con la totalidad del hábitat o ecosistema que pretende someter al régimen de protección ambiental, presentando unos trazos rectilíneos, nítidos y bruscos al responder a la utilización de dos tipos de referencias espaciales: por un lado, las físicas, al tomar como soporte determinados accidentes topográficos (barrancos, divisorias de aguas, etc.), bordes ecológicos naturales o elementos antrópicos, en concreto, infraestructuras (carreteras, caminos, canales de agua, etc.), que, por tanto, se comportan como límites visibles; y por otro, las artificiales, entendiendo como tales a aquellas líneas arbitrarias, carentes de tales referencias tangibles del territorio, como las propiedades. El resultado es que, como indica García Casanova (2009), la delimitación de numerosas áreas protegidas de Canarias infringe muchos de los criterios que, provenientes de la teoría de la biogeografía de islas, se han aplicado a su diseño.

Ese planteamiento posibilita también la modificación de los límites de las áreas protegidas —y, por ende, la ampliación o disminución de su superficie—, con el fin no sólo de adaptarlas a la propia dimensión temporal (dinámica) del territorio, sino también a las presiones y propuestas de personas u organizaciones sociales y económicas, así como a las nuevas necesidades, informaciones y objetivos de protección (Simancas, 2004). En este sentido, desde la promulgación de la Ley 12/1994 se han producido tres tipos de modificaciones en la Red Canaria de áreas protegidas (tabla 17.1).

**Tabla 17.1.** Modificaciones en la estructura de la Red Canaria de áreas protegidas desde la promulgación de la Ley 12/1994\*

TIPO DE MODIFICACIÓN	CATEGORÍA Y DENOMINACIÓN	ISLA	NORMA DE MODIFICACIÓN	TASA DE MODIFICACIÓN DE LA SUPERFICIE PROTEGIDA
Creación de nuevas áreas protegidas	Monumento Natural del Barranco del Draguillo	Gran Canaria	Decreto 18/2003, de 10 de febrero	-
Ampliación de la superficie	Parque Rural del Nublo <sup>1</sup>	Gran Canaria	Ley 3/1998, de 6 de abril	17,1%
	Reserva Natural del Malpaís de Güímar <sup>2</sup>	Tenerife	Ley 13/2006, de 29 de diciembre	54,8%
Reducción de la superficie	Paisaje Protegido de La Isleta <sup>3</sup>	Gran Canaria	Ley 11/1999, de 13 de mayo	-17,4%
	Reserva Natural Especial del Chinyero <sup>4</sup>	Tenerife	Ley 2/2000, de 17 de junio	-2,6%

\* En la medida en que la cláusula genérica número 2 de la Disposición Derogatoria de la Ley 9/1999, de 13 de mayo, de Ordenación del Territorio, anuló cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opusieran a lo dispuesto en la misma, durante su tramitación parlamentaria, la Ley 12/1994, de 19 de diciembre, de Espacios Naturales de Canarias, se convirtió en una norma legal supletoria de la misma, en lo referente a la elaboración y contenido de tales instrumentos. La justificación de esta acción resultó evidente: considerando que la Ley 12/1994 regulaba todo lo relativo a la ordenación territorial de las áreas protegidas, su derogación hubiera dejado sin marco jurídico de referencia al proceso de planificación física de las áreas protegidas hasta que se hubiera producido la tarea refundidora encomendada en la Disposición Final 1ª. Esta refundición de ambas leyes, que quedan derogadas expresamente, posibilitó la normalización de la situación descrita. Sin embargo, aunque se debía proceder únicamente a la refundición de ambos textos jurídicos, respetando sus contenidos, en la práctica, el legislador mantuvo el de la Ley 9/1999 y modificó el de la Ley 12/1994, de manera que se ha excedido la labor encomendada, procediendo a una interpretación de la misma.

<sup>1</sup> Esta iniciativa constituyó un intento de paralizar el desarrollo del Plan Parcial Veneguera Costa Canaria, como consecuencia de la intención manifestada por el propio Gobierno de Canarias y el Cabildo Insular de Gran Canaria de desclasificar los terrenos para permitir su urbanización y edificación y, por ende, la materialización de un proyecto de unas 20.000 plazas turísticas. Ello provocó que múltiples colectivos ecologistas y vecinales promovieran una Iniciativa Legislativa Popular ante el Parlamento de Canarias, apoyada por unas 58.700 firmas, aunque sólo se reconocieron oficialmente 46.000.

<sup>2</sup> Esta ampliación fue una consecuencia directa de una Iniciativa Legislativa Popular promovida por la Plataforma en Defensa del Malpaís de Güímar y el Camino de El Socorro, avalada por 23.000 firmas. Se trató de una reacción a la amenaza que suponía, por una parte, el proyecto de ampliación del polígono industrial “Valle de Güímar”, ubicado al norte de la misma, y por otra, la extensión de la urbanización del núcleo del Puertito de Güímar en su límite meridional. El resultado fue la ampliación de la Reserva Natural Especial sobre los terrenos designados como Área de Sensibilidad Ecológica.

<sup>3</sup> El principal motivo de esta desclasificación parcial fue la expansión del Puerto de la Luz y de Las Palmas; este proceso ha sido analizado en Simancas (2004).

<sup>4</sup> Esta modificación se vincula con el denominado “cierre del anillo insular” prevista en el Plan Insular de Ordenación de Tenerife, aprobado definitivamente en 2002, en el que se alude a él como “corredor insular oeste”. Se trata de la ejecución de una nueva infraestructura viaria de alta capacidad que una el entorno de Icod de los Vinos con el núcleo de Santiago del Teide, de modo que supone la conexión con los corredores norte y oeste de la isla. A este respecto, nos resulta cuando menos curioso que en ese texto legal no se justificó esa modificación así como que fuera incluida en una norma que constituye una especie de “cajón de sastre”, en concreto, de medidas económicas en materia de organización administrativa y gestión relativas al personal de la Comunidad Autónoma de Canarias y de establecimiento de normas tributarias.

Por último, consideramos oportuno someter a la Red Canaria de áreas protegidas a un proceso de reformulación, afrontando un nuevo “Proyecto Fénix”, con el fin de unificarla con la red Natura 2000. Este proceso debería servir también para replantear la continuidad de determinadas áreas protegidas, la propia estructura de

la red, así como la categoría asignada a algunas unidades en consonancia con el llamamiento hecho en la Séptima Conferencia de las Partes del Convenio sobre Diversidad Biológica (Kuala Lumpur, 2004) acerca de la necesidad de adoptar un sistema único de clasificación internacional para las áreas protegidas. Como es sabido, ésta es una problemática que caracteriza a las listas de las categorías de protección ambiental a escala mundial, e incluso, nacional, relacionada con la elevada profusión, diversidad y heterogeneidad, la limitación a meras nomenclaturas, así como la utilización de diferentes criterios en la definición de directrices, funcionalidades y objetivos concretos de gestión territorial; ello ha provocado una elevada complejidad y confusión, a la vez que han favorecido que su vocabulario sea plural y abierto, puesto de manifiesto, entre otros, por Azcárate y Aboal (1996), Fernández, Pérez y de Lucio (1997), Bishop y otros (2004), Atauri y otros (2005), Troitiño y otros (2005) y Florido y Lozano (2005).

## ***2.2. El “paisaje de montes” de las redes de áreas protegidas de Canarias***

La consideración del paisaje como la expresión externa perceptible de lo territorial, y, por tanto, la imagen de la disposición física de los elementos estructurales de cada sistema territorial objeto de protección ambiental (organización territorial), lo convierte en un elemento primordial de la identidad territorial de las áreas protegidas, en cuanto nos permite formalizar la expresión física y externa (la forma) de su estructura territorial. Así, su análisis posibilita la caracterización e interpretación de “lo que hay detrás de lo aparente”, es decir, el territorio, cuya organización, a su vez, como ya se ha señalado, resulta de la aplicación de este tipo de política de protección ambiental.

Para ello, el procedimiento de caracterización estrictamente estética-visual del paisaje forestal de las áreas protegidas seguido se fundamenta en la propuesta realizada por García y Simancas (2011). De esta manera, su delimitación y caracterización formal se ha realizado a través de la identificación de los elementos físicos (coberturas) mediante la consideración de la dominancia de tres tipos de elementos estructurales observables: abióticos, bióticos y culturales (antrópicos). A su vez, éstas agrupan a las coberturas existentes, de modo que permiten obtener una imagen sintética de su entidad y distribución en cada sistema territorial objeto de protección ambiental.

En este contexto, aunque la definición jurídica de “monte” suele incluir expresiones excesivamente genéricas, arbitrarias, ambiguas, imprecisas y con un cierto grado de discrecionalidad, si tomamos como referencia la de la Ley 43/2003, de 21 de

noviembre, de Montes, la cual, a su vez, es la asumida en el Documento de Avance de las Directrices de Ordenación de los Recursos Forestales, resulta que tan sólo los terrenos urbanizados o cultivados quedan fuera de tal consideración. De esta manera, el 95,3% de la superficie protegida en Canarias es susceptible de ser considerada como “monte” y, por tanto, como paisaje forestal (tabla 17.2).

**Tabla 17.2;** Comparativa de la distribución porcentual de las principales coberturas que los componentes del paisaje de las redes canarias de áreas protegidas y Natura 2000

		RED CANARIA DE ÁREAS PROTEGIDAS		UNIDADES DE LA RED NATURA 2000 NO COINCIDENTES CON LA RED CANARIA		TOTAL	
Coberturas		Ha	%	Ha	%	Ha	%
Abiótico	Mineral	45.762	15,2	9.742	15,1	55.504	15,17
Biótico	Matorral	143.542,3	47,64	32.590	50,6	176.132,3	48,15
	Formaciones arbóreas (naturales o de repoblación)	80.530,4	26,7	13.173,8	20,4	93.704,2	25,6
	Agrícola abandono	13.376,1	4,4	6.003,7	9,3	19.379,8	5,3
	Pastizal	3.856,1	1,3	152,6	0,2	4.008,7	1,1
Antrópico	Agrícola	10.870,4	3,6	1.989,4	3,1	12.859,8	3,5
	Urbano-complejos	2.486,1	0,8	534,4	0,8	3.020,5	0,8
	Infraestructura hidráulica	652,1	0,2	101,5	0,2	753,6	0,2
	Canteras	253,1	0,1	169,7	0,3	422,8	0,1
Total		301.328,6	100,00	64.457,1	100	365.785,7	100

Fuente: Mapa Topográfico de Canarias 1:5.000 (2005): GRAFCAN

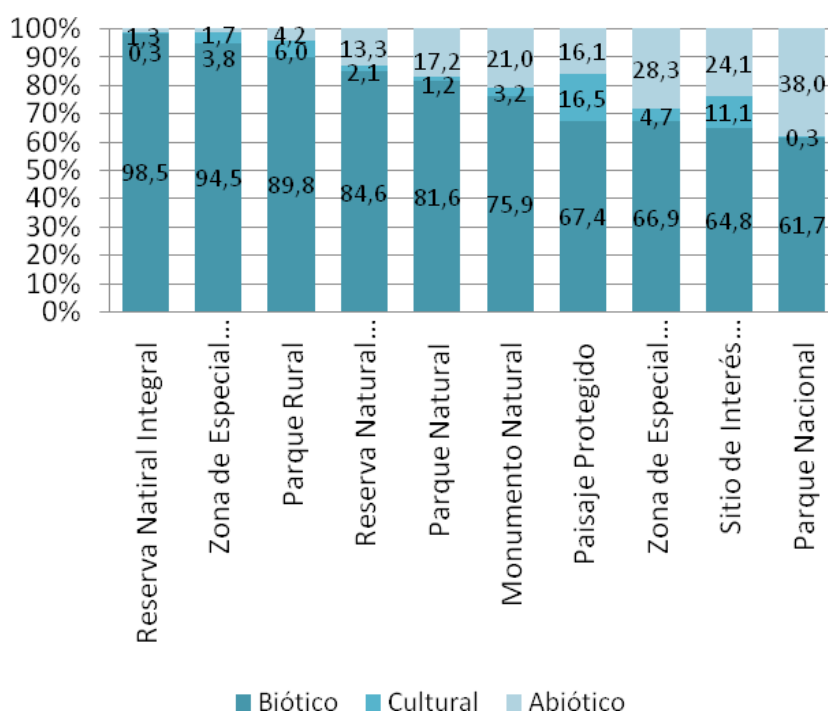
Mapa de Ocupación del Suelo (2002). GRAFCAN

Mapa de cultivos: El Hierro (2005), La Palma (2003), La Gomera (2002), Tenerife (2004), Gran Canaria (2005), Fuerteventura (2003), Lanzarote (2003). Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca del Gobierno de Canarias.

Límites de las áreas protegidas: GRAFCAN

Elaboración propia.

Desde este punto de vista, el paisaje forestal de las áreas protegidas de Canarias se caracteriza por un predominio prácticamente exclusivo de los elementos bióticos, en la medida en que éstos son los que prevalecen en el 81,2% de la superficie total ocupada por ambas redes (tabla 17.2). Esta misma situación se repite en relación con las ocupaciones del suelo según las categorías de las áreas protegidas de la Red Canaria, produciéndose una supremacía abrumadora de los componentes bióticos en todas ellas (figura 17.1). Esta preponderancia adquiere una mayor relevancia en cuanto, como comentaremos con posterioridad, la categoría de protección asignada a un área condiciona su funcionamiento y, por ende, el paisaje dominante, a la vez que éste influye sobre la figura asignada.



**Figura 17.1:** Distribución porcentual de la superficie ocupada por cada cobertura por tipos de áreas protegidas de la Red Canaria y Natura 2000

Fuente: Mapa Topográfico de Canarias 1:5.000 (2005): GRAFCAN

Mapa de Ocupación del Suelo (2002): GRAFCAN

Mapa de cultivos: El Hierro (2005), La Palma (2003), La Gomera (2002), Tenerife (2004), Gran Canaria (2005), Fuerteventura (2003), Lanzarote (2003). Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca del Gobierno de Canarias.

Límites de las áreas protegidas: GRAFCAN.

Elaboración propia.

Esta valoración “naturalista” del paisaje de las áreas protegidas responde, en primer lugar, a un planteamiento restrictivo respecto a la presencia de elementos culturales o antrópicos, en coherencia con la concepción original de los “espacios naturales protegidos” de protección de la naturaleza en estado puro o salvaje desde la aspiración romántica de generación de *santuarios* del idealismo platónico, mitificación, cierta ingenuidad, “nostalgia del edén” y en la línea arquetípica configurada por Alexander von Humboldt en su libro “*Cuadros de la Naturaleza*” (Simancas, 2007a). Esta orientación se pone de manifiesto en la propia definición de los ámbitos territoriales susceptibles de ser declarados protegidos por la Ley 12/1994, esto es, “*aquellos espacios del territorio terrestre o marítimo de Canarias que contengan elementos o sistemas naturales de especial interés o valor*” (artículo 8), haciendo clara alusión a que la red de “espacios naturales protegidos” debía estar configurada por un conjunto de ámbitos sin humanizar o escasamente afectados por la humanización. A su vez, explica que los promotores de ambas redes de áreas protegidas hayan intentado contener a aquellos ámbitos territoriales vírgenes, prístinos y sin presencia —y, por tanto, modificación— humana significativa.

En segundo lugar, este predominio estético-visual de “lo natural” es una “herencia” de la concepción gremial y técnica de este tipo de política de protección ambiental del territorio, sobre todo, en las tres primeras etapas de su implementación (tabla 17.3). A este respecto, no hay que obviar que la idiosincrasia de la actual política canaria de declaración de áreas protegidas es consecuencia de una evolución secuencial y acumulativa de distintos modos de implementación a lo largo del tiempo. Éstos presentan una serie de propiedades comunes, semejanzas y regularidades, que permiten su descomposición en cuatro conjuntos homogéneos que, a modo de “grupos funcionales”, hemos denominado “modelos” y que marcan sendas etapas: “forestal”, “naturalista”, “urbanista” y “sostenible” (Simancas, 2007a). El análisis comparado de los elementos, propiedades, relaciones e impacto territorial de cada uno de estos modelos (tabla 17.3) permite la detección de los modos de articulación, interacción y concatenación secuencial de los mismos, así como un mejor acceso al conocimiento de su complejidad global y al comportamiento sistémico, diacrónico, complejo y multiescalar. Como se puede apreciar, la doctrina y práctica forestal resultó decisiva en las dos primeras etapas (modelos); de esta manera, su influencia se produjo en un momento en el que las formas de materialización de dicha política se “imponía” desde la escala estatal y se centraba en la figura de los parques.

Un tercer factor que explica ese predominio de los elementos bióticos en el paisaje de las áreas protegidas de la Red Canaria se relaciona con la influencia heredada de la funcionalidad eminentemente “defensiva” otorgada a este tipo de estrategias proteccionistas en sus materializaciones de los años ochenta, materializada con la

Tabla 17.3; Análisis comparado de los elementos estructurales y territoriales de los Modelos de declaración de áreas protegidas de Canarias

Cuadro 2. Análisis comparado de los elementos estructurales y territoriales de los Modelos de declaración de áreas protegidas de Canarias

	Modelo Forestal	Modelo Naturalista	Modelo Urbanista	Modelo Sostenible
Período	Años treinta-cincuenta	Años sesenta - ochenta		Años noventa - actualidad
Fin básico de la estrategia protectoria	Utilitarismo: de uso portadizo de la política proteccionista	De prevención del riesgo de deterioro o destrucción de la calidad ambiental: actuación sobre las amenazas		De mitigación: actuación sobre la vulnerabilidad de las áreas protegidas
Marco jurídico	Legislación forestal	Legislación naturalista	Legislación urbanista y de ordenación del territorio	Legislación ambiental y territorial
Los criterios de valoración de la calidad ambiental	Valoración romántica museística, simbólica y estética del paisaje	Valoración ecológica y científica de los componentes abióticos y bióticos del territorio		Valoración de la diversidad ecológica, biológica y cultural
Los contenidos geográficos	Componentes estructurales del paisaje	Abióticos	Abióticos Bióticos	Abióticos Bióticos Antropicos
	Fundamentos de protección ambiental	Estéticos	Estéticos y ecológicos	Estéticos, ecológicos, de diversidad e integración en el desarrollo territorial
	Objetos geográficos	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Paisajes espectaculares de montaña (de valle y cumbre)</li><li>■ Geomorfología espectacular</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Hábitats y ecosistemas</li><li>■ Flora y fauna: especies individuales</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Diversidad de ecosistemas, ambientes, hábitats, paisajes y/o especies</li><li>■ Sistemas naturales y culturales de elevada representatividad</li><li>■ Procesos ecológicos</li><li>■ Uso sostenible del territorio</li></ul>
Las escalas geográficas de toma de decisiones y competencias	Nacional			Nacional Regional
Ideario, causa y predominio corporativo de los profesionales y promotores	Profesionales forestales: los ingenieros de montes			Incorporación del colectivo de profesionales vinculados con el territorio desde las Ciencias Sociales y Naturales: biólogos, agrónomos, geógrafos, sociólogos, etc.
Predominio de grupos de presión de las iniciativas	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Iniciativas personales</li><li>■ Presión social de determinadas élites</li></ul>	Presión social de los grupos ecologistas	Decisión técnica y política	Paradigma de la sostenibilidad
El entorno socioeconómico	Declive del modelo agrario tradicional: inicio del cambio de modelo económico y territorial	Desarrollo del proceso de turistización	Consolidación del modelo económico y territorial terciarizado	
La composición espacial	Limitación a la categoría de los Parques Nacionales	Reducción número de categorías de protección ambiental del territorio	Elevada diversidad de tipos de áreas protegidas	
	Única unidad territorial	Red de áreas protegidas: cierto parecido de sus elementos conectados mediante conexiones físicas o flujos (nudos o mailas)	Sistema de áreas protegidas: elementos de muy desigual naturaleza con un funcionamiento conjunto	
La configuración espacial	Islores en un mar de desarrollo	Islas de protección ambiental en un archipiélago de desarrollo	Archiplélagos de protección ambiental con islas de desarrollo	Coherencia territorial
	Mera declaración formal de las áreas protegidas	Dotación de instrumentos de planificación física del territorio	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Sistema insular: integración del conjunto de instrumentos de planificación territorial de áreas protegidas en un esquema único, jerárquico y sistemático de ordenación territorial</li><li>■ Gestión territorial de las áreas protegidas: pasiva y activa</li></ul>	



Declaración del Parque Natural de las Dunas de Corralejo e isla de Lobos (1982), Protección provisional de las Dunas de Maspalomas (1982), Declaración del Parque Natural de los Islotes del Norte de Lanzarote y de los Riscos de Famara (1986) y la propia Ley 12/1987, de 19 de junio, de Declaración de Espacios Naturales de Canarias. Así, en consonancia con el fin último de la política de protección ambiental del territorio, los límites de estas áreas protegidas se concibieron a modo de “trincheras” o “muros de contención” que “frenasen” la construcción de determinadas infraestructuras de transporte, así como a la expansión de ciertos desarrollos urbanos; el principal propósito fue que el paisaje excepcional y de belleza singular se preservase a modo de foto fija en el marco de una “especie de museografía ecológica” (Troitiño, 1995: 33).

Sin embargo, a pesar de este predominio de lo biótico en el paisaje de las áreas protegidas, cualquier simplificación naturalista de las mismas resulta banal. Ello se debe a que, como comentaremos con posterioridad, consideramos que éstas son el resultado territorial de decisiones técnicas-políticas (Simancas, 2007b), lo que induce a considerar que son construcciones *artificiales* y, por tanto, “*productos sociales*” (Troitiño, 1995, 26). De esta manera, las áreas protegidas “no son naturales” (Simancas, 2007b). Por ello, estimamos más conveniente relegar el adjetivo “natural” sólo para referirnos a su paisaje y, por consiguiente, a la imagen o expresión visual de la disposición y el orden de los elementos interrelacionados y más significativos que configuran la estructura y la dinámica de cada sistema territorial objeto de protección ambiental.

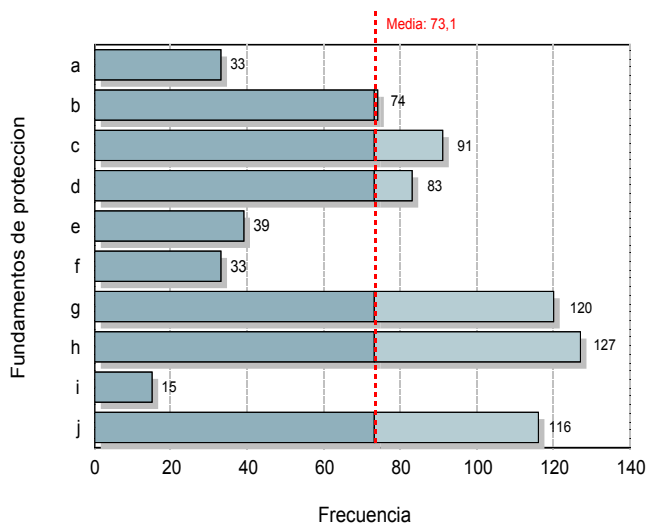
Del mismo modo, al igual que sucedió con las primeras declaraciones proteccionistas de Canarias, esto es, los Parques Nacionales del Teide y de La Caldera de Taburiente (1954), la aplicación territorial de la concepción “*yellowstoniana*” original fue objeto de una revisión y adecuación, ante pues las escasas posibilidades de éxito de la mera importación y aplicación territorial *sensu stricto* de la misma. Así, se han producido modificaciones en relación con las siguientes cuestiones: por un lado, de la pretensión conceptual original de proteger grandes santuarios de naturaleza virgen y salvaje y, por tanto, paisajes naturales exentos de cualquier intervención o incidencia antrópica, en coherencia con el concepto del *wilderness*, se pasó a la aspiración de simplemente salvaguardar “lo hermoso o espectacular” de áreas objeto de seculares usos y aprovechamientos, que, en algunos casos, son los responsables de su calidad ambiental; por otro, de la ideología original de proteger ciertos ecosistemas que se encontraban en un estado natural, para lo cual se estimó necesario que quedara exentos de cualquier tipo influencias antrópicas externas perturbadoras negativas, se pasó a la consideración y tolerancia de la presencia en el interior de las áreas protegidas de una serie de actividades económicas tradicionales.

De la misma forma, la “idiosincrasia” de los ámbitos territoriales declarados actualmente como “protegidos” es consecuencia, en gran medida, de la reorganización de la estructura territorial de cada espacio insular y, en concreto, del proceso de *litorización* del modelo territorial insular (Hernández, Simancas y García, 2010). Éste supone el desplazamiento de los ejes de desarrollo económico de los ámbitos insulares en la horizontal hacia el este en los de menor altitud (Lanzarote y Fuerteventura) y en la vertical (altitudinal) hacia la costa en el resto, como consecuencia del reciente cambio de modelo económico y, por ende, del acelerada e irreversible proceso de terciarización/urbanización con la consiguiente descomposición estructural-funcional del modelo agrario tradicional (Simancas, 2007a); así, mientras los mayores cambios acaecidos en los usos y coberturas del suelo en la costa se relacionan con un crecimiento de las áreas urbanas y de los cultivos de exportación, en las medianías altas y cumbres se vinculan con el abandono de los espacios cultivados y una expansión de las superficies forestales. A este respecto, si analizamos las variaciones en los usos y coberturas del suelo para los periodos 1990-2000 y 2000-2006 a partir de los datos aportados por el proyecto CORINE, resulta que, por un lado, éstas sólo afectan al 2% de la extensión total de Canarias, y por otro, que el 68 y 52% de la superficie afectada se encuentra por debajo de la cota de 200 y 100 metros, respectivamente (Hernández, Simancas y García, 2010).

Este proceso explica que el 25,6% de la superficie protegida de la Red Canaria de áreas protegidas se corresponde con ámbitos territoriales donde se ha producido una recuperación de la vegetación potencial a través de actuaciones de reforestación o de recolonización vegetal (reversibilidad) de aquellos suelos destinados tradicionalmente a actividades humanas (agrícola, ganadero, forestal, etc.) que, ante el cambio de modelo económico, han perdido dicha funcionalidad (tabla 17.2); supone, por tanto, la protección ambiental de los “paisajes del abandono”. Asimismo, justifica que el 5,3% de la superficie un elevado porcentaje de áreas protegidas se ubican en ámbitos territoriales de índole rural, que han reorientado sus usos como consecuencia de dicha desarticulación del modelo económico agrario y, por ende, del proceso de *desagrarización*; el resultado es que su organización territorial es consecuencia de las transformaciones espaciales derivadas del desarrollo secular de sistemas de usos y aprovechamientos intensivos, que, en algunos casos, son los responsables de su calidad ambiental.

Ello explica que el principal criterio de valoración de la calidad ambiental de las áreas protegidas de la Red Canaria sea la diversidad ecológica, biológica y cultural del paisaje (Simancas, 2007a). Prueba de ello es que, considerando que la estimación de la misma resultó de la aplicación de un procedimiento multicriterio y multiobjetivo, los atributos y cualidades paisajísticas (fundamento “h”) se utilizan en el 87% de las unidades terri-

toriales de dicha Red Canaria, constituyendo el fundamento de protección ambiental de mayor aplicación (figura 17.2), y, por tanto, el principal motivo o argumento que ha justificado la identificación, selección y protección ambiental de las áreas susceptibles de ser declaradas como “protegidas”.



**Figura 17.2;** Distribución de la frecuencia de uso de cada fundamento de protección aplicado en las áreas protegidas de la Red Canaria

a.- Desempeñar un papel importante en el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales

b.- Constituir una muestra representativa de los principales sistemas naturales y de los hábitats característicos, terrestres y marinos

c.- Albergar poblaciones de animales o vegetales catalogados como especies amenazadas, altas concentraciones de elementos endémicos o especies que en virtud de convenios internacionales o disposiciones específicas requieran una protección especial

d.- Contribuir significativamente al mantenimiento de la biodiversidad

e.- Zonas de importancia vital para determinadas fases de la biología de las especies animales, tales como áreas de reproducción y cría, refugio de especies migratorias y análogas

f.- Constituir un hábitat único de endemismos canarios o donde se albergue la mayor parte de sus efectivos poblacionales

g.- Albergar estructuras geomorfológicas representativas de la geología insular, en buen estado de conservación

h.- Conformar un paisaje rural o agreste de gran belleza o valor cultural, etnográfico, agrícola, histórico, arqueológico, o que comprenda elementos singularizados y característicos dentro del paisaje general

i.- Contener yacimientos paleontológicos de interés científico

j.- Contener elementos naturales que destaquen por su rareza o singularidad o tengan interés científico especial

Fuente: Martín Esquivel *et al.* (1995).

Elaboración propia.

### **3. La ordenación territorial del paisaje forestal de la red canaria de áreas protegidas en Canarias**

#### ***3.1. Algunas reflexiones en torno a la planificación territorial del paisaje forestal de la Red Canaria de áreas protegidas***

La Ley 12/1994 marcó un punto de inflexión en la política canaria de declaración de áreas protegidas, pasando de una orientación meramente “declarativa o defensiva” a otra “reguladora” y de intervención (Simancas, 2007a); desde este punto de vista, la planificación territorial se convirtió en una operación esencial. Esta proposición queda evidenciada por el hecho de que una isla no turística y con un cierto “carácter rural” como El Hierro tiene un 58,1% de su superficie declarada como “protegida”, mientras que el porcentaje de un destino turístico de masas maduro como Fuerteventura sólo es del 28,7%. Este argumento adquiere una mayor relevancia al incorporar la Red Natura 2000: mientras el porcentaje de superficie protegida de un espacio insular no consolidado turísticamente como La Palma es del 54,7%, en otros consolidados como Lanzarote no supera la mitad de su extensión total.

Este cambio de concepción convirtió a la estrategia de declaración de un área como “protegida” en un mecanismo que va a incidir decididamente sobre la dinámica y la organización del sistema territorial objeto de protección ambiental. A su vez, constituye una forma de territorialidad al definir un conjunto de derechos y obligaciones, que, en último término, inciden sobre la propiedad privada desde la perspectiva de la defensa del interés general y el mantenimiento de su calidad ambiental. Desde este punto de vista, la planificación territorial de las áreas protegidas constituye una práctica de Ordenación del Territorio con una incidencia fuera y dentro de las mismas.

### **3.2. Algunas reflexiones en torno a la planificación territorial fuera de las áreas protegidas**

En la medida en que los perímetros de las áreas protegidas son “permeables”, de modo que “lo que ocurre fuera, les afecta”, la política canaria de declaración de áreas protegidas ha introducido una serie de mecanismos en el sentido contrario, esto es, “lo que sucede dentro de ellas afecta lo que ocurre fuera de las mismas”. La idea es que, si bien las áreas protegidas son instrumentos destinados a garantizar la integridad ecológica del conjunto (Múgica *et al.*, 2002), también deben constituir piezas territoriales estables y estructurales susceptibles de articular modelos de desarrollo fuera de sus límites geográficos, en consonancia con los lemas “Beneficios más allá de las fronteras” y “Naturaleza sin frontera” del V Congreso Mundial de Parques de la UICN (Durban, 2003) y del Día europeo de los Parques de la Federación Europarc (2008), respectivamente. El propósito no sólo es integrarlas en sus contextos territoriales, sino que se conviertan en estructuras territoriales de referencia, más funcionales y sistémicas.

Se trata, por tanto, de superar el planteamiento aislacionista y sectorial por el que el régimen de protección ambiental debe circunscribirse únicamente a las áreas protegidas. Éste resulta de la concepción inicial de la política de declaración de áreas protegidas y que hemos denominado como “modelo Yellowstone” (Simancas, 2007a), el cual suponía básicamente la gestión de un “patrimonio vivo” en base a una suerte de reservas, “cotos cerrados” o “santuarios de naturaleza”, que, a modo de fragmentos de territorio, debía servir para salvaguardar las riquezas naturales en su dinámica y condiciones propias, sin que recibieran influencias agresivas y transformadoras del exterior. Ello explica que las áreas protegidas se planteasen como “islas de antidesarrollo” (González Hernández, 1988), inconexas del territorio adyacente hasta el punto que llevaban a configurar su propio sistema territorial,

absolutamente diferente al que contiene, y, por tanto, a modo de *“islas de naturaleza inmersas en un caos general y desconectadas de lo que sucede en su entorno”* (Machado, 1993).

Este planteamiento fue el que predominó en la política canaria de declaración de áreas protegidas hasta la promulgación de la Ley 12/1994. Así, las configuraciones espaciales de los Parques Nacionales declarados en la década de los cincuenta (Teide y La Caldera de Taburiente), setenta (Timanfaya) y ochenta (Garajonay) presentaron una estructura territorial de “islotes en un mar de desarrollo” e “islas de protección ambiental en un archipiélago de desarrollo”, respectivamente, (Simancas, 2007a), en la que la planificación y gestión territorial de cada área protegida se realizó de manera individual. Este mismo modelo marcó el esquema de organización territorial de “archipiélagos de protección ambiental con islas de desarrollo” de la primera etapa autonómica (Simancas, 2007a), derivados de la idea de configurar colecciones de “espacios naturales protegidos” desde su entendimiento como “catálogos” o “inventarios” de áreas con interés natural por la representatividad de los ecosistemas, hábitats, especies, etc., y que se encontraban sometidas a un elevado grado de presión susceptible de alterar su calidad ambiental. Estas morfologías dieron lugar a estructuras territoriales insulares altamente fragmentadas, en la que las áreas protegidas canarias se concibieron como unidades singularizadas e individualizadas, con la consiguiente segregación y compartimentación en “burbujas” o “recintos”, a modo de objetos concretos, claramente aislados y diferenciados física y funcionalmente de su contexto territorial (la matriz), en los que “se protegieron especies y comunidades pero no procesos” (Domenech, 1999).

Sin embargo, la actual práctica de la política de declaración de áreas protegidas implica no sólo que éstas se inserten en el sistema territorial que las contiene y en sus exigencias, sino que su ordenación territorial llega, incluso, a quedar subordinada por su mera presencia y la consideración de sus objetivos de protección ambiental. Esta nueva praxis conlleva que los límites de las áreas protegidas como generalizaciones que son, no deban entenderse de una forma tan literal; por el contrario, deben concebirse en los términos que su grado de abstracción requiera, ya que su entendimiento fuera de las premisas para que se establecieron, esto es, servir como meras referentes tipológicos abstractos, inducen claramente a los errores anteriores. Para ello, los límites de las áreas protegidas no deben comportarse espacialmente como fronteras administrativas con valor legal-competencial —y, por tanto, como si fueran demarcaciones—, de modo que diferencian el ámbito protegido y el no protegido (el contexto o matriz territorial), el “poder hacer” del “no poder hacer”, con el consiguiente “efecto borde”. Se trata, por tanto, de superar la bipolaridad generada por la definición de unos límites administrativos rígidos que se suelen plantearse a

modo de elementos de delimitación técnica con fines operativos (deslindes) y que actúan como filtros o interfaces, cuya impermeabilidad depende de factores determinantes como el grado de contraste entre ambos lados, los objetivos de protección ambiental asignados, la categorías, etc.

Para lograr lo anterior resulta necesario introducir el concepto de “coherencia externa respecto al resto del territorio” (Múgica *et al.*, 2002). Éste va posibilitar la sustitución del actual esquema territorial excesivamente simplista de dualidad del territorio –antrópico/natural, protegido/no protegido, etc. – (Cruz y Español, 2009) por otro más heterogéneo, complejo y que debe garantizar las conexiones y relaciones eficaces tanto entre las áreas protegidas, como entre ellas y el contexto territorial donde se insertan. Se trata, por tanto, de actuar desde la perspectiva de la protección ambiental del territorio fuera de las fronteras de las áreas protegidas. Para avanzar en este objetivo, la política canaria de áreas protegidas ha incorporado a su práctica tres elementos concretos (tabla 17.4): la delimitación de Zonas Periféricas de Protección, la designación de Zonas de Influencia Socioeconómica, así como la integración de los planes y normas de conservación en el sistema de ordenación territorial único, integral y jerarquizado proyectado en la Ley 9/1999, de Ordenación del Territorio de Canarias, y, por ende, en el TRLOTENC.

**Tabla 17.4;** Instrumentos de planificación territorial fuera de las áreas protegidas de la Red Canaria

CATEGORÍAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DEL TERRITORIO		INSTRUMENTO DE ORDENACIÓN TERRITORIAL	DISPOSICIÓN LEGISLATIVA DE APROBACIÓN	FUERA DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS	
				ZONA PERIFÉRICA DE PROTECCIÓN	ZONA DE INFLUENCIA SOCIOECONÓMICA
Parque	Nacional	Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG)	Decreto	Mediante PRUG según la legislación específica	El conjunto de términos municipales donde se ubiquen y su Zona Periférica de Protección
	Natural				
	Rural				
Reserva Natural	Integral	Plan Director	Orden	Opcional a establecer por las respectivas normas de declaración	No
	Especial				
Monumento Natural		Normas de Conservación	Anuncio o resolución		
Sitio de Interés Científico					



El establecimiento de “Zonas Periféricas de Protección” (tabla 17.4) supone la creación opcional de ámbitos adyacentes, continuos y externos a las áreas protegidas. El principal fin es que, a modo de amortiguación, interconexión, interacción, coherencia e integración territorial, suavicen la tensión existente entre los lados de la frontera que las delimita, evitando o minimizando, de este modo, una transición brusca entre lo protegido y lo no protegido (el citado “efecto borde”), y, por tanto, los impactos ecológicos y, sobre todo, paisajísticos, de signo negativo procedentes del exterior. Ello posibilita extender y aplicar las determinaciones de mitigación propias del régimen jurídico proteccionista más allá de los límites administrativos de la unidad declarada como “protegida”; de esta manera, aunque no se tratan de áreas protegidas *sensu estricto*, las Zonas Periféricas de Protección se conciben como parte de las mismas.

A pesar de sus potencialidades, la política de declaración de áreas protegidas ha sido bastante restringida en la designación de Zonas Periféricas de Protección, hasta el punto que tan sólo se han creado dos: por un lado, la del ámbito territorial del Barranco de Veneguera, excluida del Parque Rural del Nublo, declarada por la Ley 3/1998, de 6 de abril (BOC nº 48 de 20 de Abril de 1998); y por otra, la zona desclasificada como protegida del Paisaje Protegido de La Isleta en virtud de la Ley 11/1999, de 13 de mayo (BOC nº 62 de 17 de Mayo de 1999). La principal razón que explica esta limitada aplicación de esta técnica se relaciona con la intención política de no ampliar la superficie cuyo principal criterio es la aplicación de criterios de ordenación territorial fundamentadas en el fin último de la protección ambiental.

En cuanto a la declaración de “Áreas de Influencia Socioeconómica”, la política canaria de declaración de áreas protegidas incorpora a su práctica este mecanismo de uso habitual para los Parques Nacionales, con el fin de compensar económicamente a las poblaciones afectadas por las rentas perdidas por priorizar la utilidad pública de los efectos ambientales. Como tal se designa a la totalidad de la superficie de los términos municipales donde los Parques Naturales y Rurales se encuentren ubicados total o parcialmente. El resultado es que sesenta y tres de los ochenta y ocho municipios, el 81,5% de la extensión total del Archipiélago, quedan designados como tales; a este respecto, resulta particularmente significativa la situación de Fuerteventura, La Gomera y El Hierro, donde la totalidad de la superficie insular queda designada como tal. Ello posibilita que los municipios que comprenden puedan acogerse a los programas extraordinarios de inversiones públicas de la propia Comunidad Autónoma reglamentadas en virtud del Decreto 45/1998, de 2 de abril.

El tercer mecanismo de ordenación territorial fuera de las áreas protegidas se vincula con el concepto de “coherencia interna del territorio” (Múgica *et al.*, 2002), coin-

cidente con la “coherencia ecológica global” requerida por la Directiva Hábitats, así como planteado en diversos documentos como la “Estrategia de Conservación de la Biodiversidad en Europa” (1998), la “Estrategia Territorial Europea” (1999), “Principios Directores para el Desarrollo Territorial Sostenible del Continente Europeo” (2000), “Manifiesto Por una Nueva Cultura del Territorio” (2006) o la “Agenda Territorial de la Unión Europea” (2007). La idea es que la estructura territorial de áreas protegidas adquiera la necesaria conectividad (física y funcional-instrumental), así como que la consideración de protección y ordenación territorial se extienda fuera de las áreas protegidas. Para ello, la política canaria de declaración de áreas protegidas ha planteado dos tipos de medidas: por un lado, el predominio de la dimensión ambiental de la Ordenación del Territorio, y por otro, los ejercicios de coordinación “administrativa o institucional” y la que podríamos denominar como “territorial”.

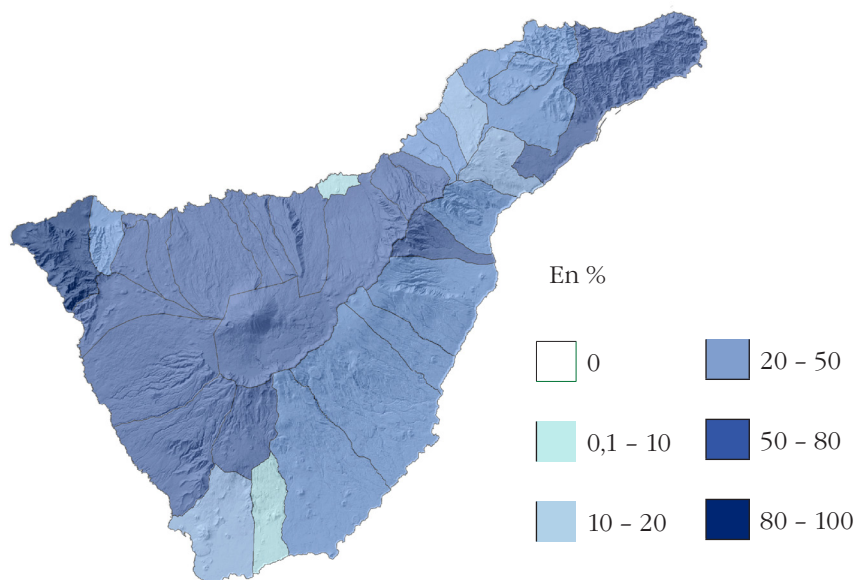
La primera de las medidas de coherencia interna del territorio se fundamenta en la aplicación de la idea de “globalidad sistémica” no sólo a la totalidad de la Red Canaria de áreas protegidas, sino también a la ordenación territorial de los espacios insulares donde se insertan. Para ello, el vigente TRLOTENC incorpora en los instrumentos de ordenación territorial lo que hemos denominado como “escala temática” (Simancas, 2007a), que implica el predominio de los criterios y determinaciones de la ordenación de estricto contenido ambiental sobre los de índole económico-sectorial y urbanístico, que quedan subordinados y supeditados a aquéllos, en la medida en que pasan a ocupar una posición de dependencia respecto al mismo. Lo que se pretende con esta medida es que la política canaria de Ordenación del Territorio —en un sentido amplio y a la escala espacial que sea— se aborde desde una verdadera perspectiva sistémica, la cual va a permitir dos cuestiones claves: por una parte, mantener la conciencia de unidad integrada desde el punto de vista de la planificación y la gestión, en detrimento de la habitual práctica de fijarse de manera exclusiva en algunas áreas, estructuras o funciones; y por otra, implementar los objetivos de carácter ambiental, económico y social de manera transversal y, por tanto, el paradigma del desarrollo territorial sostenible.

La aplicación de esta escala temática tiene un significativo impacto sobre la ordenación territorial, ya que, en la medida en que la política de declaración de áreas protegidas se convierte en una dimensión ambiental de la Ordenación del Territorio, va a determinar que la mera presencia de las mismas condiciona la viabilidad e implementación territorial de cualquier política, programa, plan y proyecto. De esta manera, las áreas protegidas no pueden calificarse, en ningún caso, como unidades territoriales de posición “marginal” o “periférica” en los actuales esquemas de organización territorial y, por tanto, como elementos de un espacio dual propio del modelo centro-periferia, con la consiguiente tendencia al desequilibrio territorial,

por cuanto esta última es un concepto relativo que sólo tiene sentido en relación con un centro; en este sentido, parece que, al menos en teoría, la intención del legislador fue la contraria, convirtiendo a las áreas protegidas en los elementos centrales de la política canaria de gobierno del territorio; el reto radica en que las áreas protegidas se inserten tanto en los procesos de Ordenación del Territorio como en la nueva cultura y orientación relativa al proceso de toma de decisiones estratégicas por parte de los órganos políticos-administrativos competentes desde la premisa de eliminar la dicotomía entre lo protegido y lo no protegido.

El impacto de este predominio de lo ambiental resulta especialmente significativo respecto a la ordenación territorial —y, por tanto, la gestión del suelo— de los municipios canarios (figura 17.3), ya que el 74,7% de los mismo presenta un porcentaje de superficie protegida superior al 20%, el 32,2% supera el 50% y únicamente dos (Puerto de la Cruz y Arrecife) quedan exentos a que su planeamiento urbanístico esté condicionado por el régimen de protección ambiental del territorio (Simancas, 2003). A este respecto, los casos de Betancuria (Fuerteventura) y Tejeda (Gran Canaria) destacan sobremanera, pues el 91,2 y 98% de su superficie está declarada como “protegida”, respectivamente, lo que supone que la operación de definición del modelo de ordenación urbanística de su ámbito territorial se sustrae prácticamente a la correspondiente competencia municipal, la cual queda, de este modo, desplazada.

No obstante, la aplicación territorial de esta escala temática se ha visto favorecida por la existencia de una relación de cierta complementariedad, simbiosis, e incluso, sinergia, o cuando menos, de neutralidad, compatibilidad o coexistencia, entre ambas redes de áreas protegidas y los ejes de estructurantes del desarrollo económico. Ello posibilita una relativa integración y vertebración territorial, que es consecuencia, en gran medida, de la distribución hipsométrica de la superficie declarada como protegida en las estructuras territoriales insulares, pues el 82,7 y 67% de la superficie objeto de este tipo protección ambiental a escala regional se localiza en franjas altitudinales superiores a los 500 y 1.000 metros, respectivamente (Simancas, 2007a) (figura 17.4); de esta manera, las áreas protegidas suelen ocupar una situación paralela respecto a tales ejes territoriales, que, como se comentó con anterioridad, han padecido un proceso de *litorización*. Además, el resto de superficie protegida se distribuye en fragmentos de menor entidad que, de manera dispersa y localizándose esencialmente por debajo de esas cotas, coinciden con elementos cuyos límites aparecen claramente diferenciados, exentos y aislados de su contexto territorial, como conos volcánicos, acantilados, “malpaíses”, barrancos, etc.; se trata aquellas teselas que coincidieron con ámbitos considerados como “improductivos” en el modelo agrario tradicional, de modo que padecieron una escasa presión antrópica,



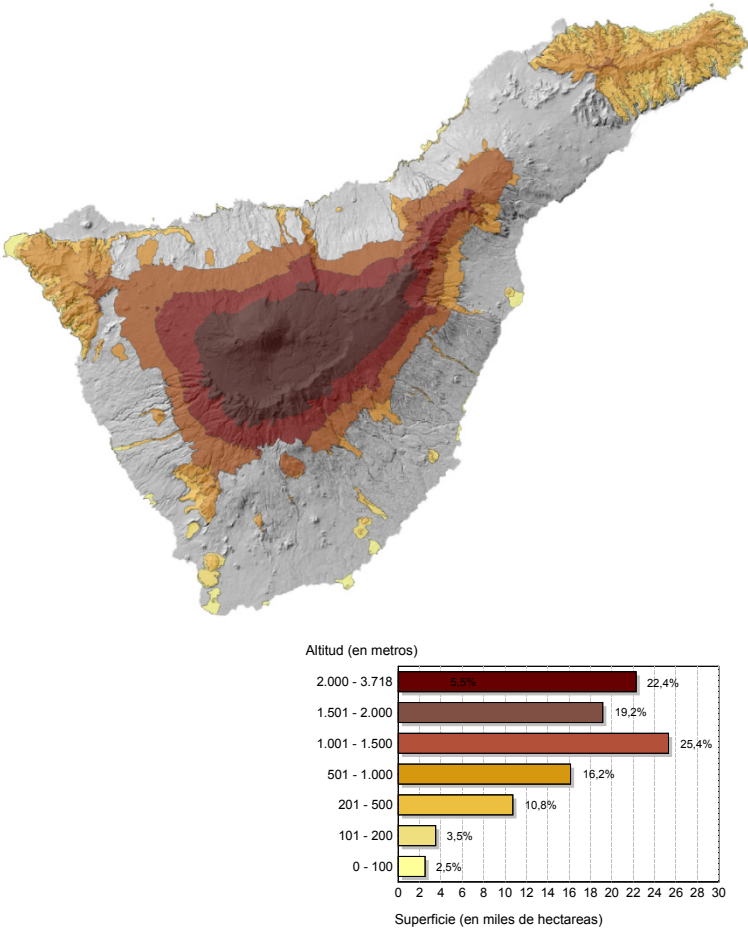
**Figura 17.3;** Distribución municipal de la superficie protegida en Tenerife.

Fuentes:

Modelo Digital del Terreno / Mapa Topográfico de Canarias 1:5.000 (2005): GRAFCAN.

Límites de las áreas protegidas: GRAFCAN.

Elaboración propia.



**Figura 17.4;** Distribución hipsométrica de la superficie protegida en Tenerife

Fuentes:  
Modelo Digital del Terreno / Mapa Topográfico de Canarias 1:5.000 (2005): GRAFCAN  
Límites de las áreas protegidas: GRAFCAN.  
Elaboración propia.

y que ahora son reivindicados en el actual modelo de organización y ordenación territorial de los espacios insulares canarios como de elevada calidad ambiental y, por tanto, con la suficiente cualidad, mérito o grado de excelencia para ser declarados como “protegidos” (Simancas, 2007a). Así, las situaciones de conflictividad, incompatibilidad o disfuncionalidad entre ambos sistemas han surgido cuando se ha producido la convergencia territorial de determinadas infraestructuras de transporte con algunas áreas protegidas, dando lugar al cuestionamiento de estas últimas (tabla 17.1), hasta el punto que en dos ocasiones se ha producido su descalificación parcial a través de la modificación de su delimitación geográfica, con el consiguiente incumplimiento de la mencionada escala temática; nos referimos a los mencionados casos del Paisaje Protegido de La Isleta y de la Reserva Natural Integral del Chinyero.

Respecto a la segunda medida, el primer tipo de coordinación, la “administrativa o institucional”, se fundamenta en la articulación de los instrumentos de ordenación del territorio, caracterizándose, por tanto, por un sentido no espacial (Múgica *et al.*, 2002; De Lucio *et al.*, 2003). Para ello, la Ley 9/1999 y, con posterioridad, el TR-LOTENC, se plantea como una única norma marco, en la que, a modo de sistema único, integral y jerarquizado de planes de ordenación territorial, se insertan el resto de instrumentos sectoriales. El resultado es la generación de un todo coherente, complejo e interrelacionado, en el que cada instrumento de planificación territorial (escala insular y supramunicipal) y de planeamiento urbanístico (escala municipal) tiene—o debe tener— una existencia propia, a la vez que, según su posición dentro del mismo, debía afrontar la ordenación de su correspondiente ámbito territorial con el grado de detalle y precisión que le fuera propio y siguiendo las relaciones de prevalencia-dependencia y de especialización (García y Santana, 1999) de este proceso de planificación “en cascada”. Como es lógico, los instrumentos de ordenación territorial de las áreas protegidas quedan plenamente integrados en el marco de dicho esquema (figura 1), superponiéndose a los planes infrainsulares en función de la mencionada escala temática.

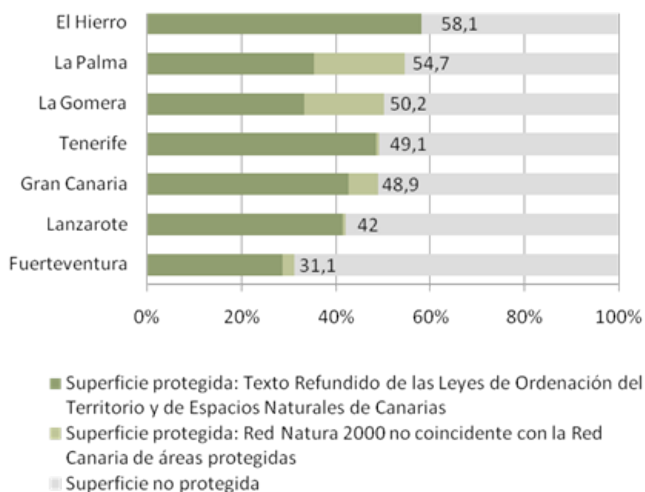
El segundo tipo de coordinación, la “territorial”, se fundamenta en el concepto de “sistema” en detrimento a la de “red” y, por consiguiente, en la idea de que aunque los grupos de áreas protegidas están conformadas por piezas territoriales de muy desigual naturaleza, su funcionamiento debe ser unitario e integrado en contextos más amplios—los “sistemas de redes”— a través de conexiones funcionales. Éstas últimas son resultado de las relaciones que se establecen entre las diversas partes del conjunto, de las construcciones dinámicas de distintos tipos de unidades singulares con un cierto parecido, que se encuentran unidas por medio de relaciones físicas o flujos tanto entre sí como entre ellas y el contexto territorial donde se insertan (González Bernáldez, 1989), así como de enlaces o conexiones físicos (los corredores ecológicos);

así, en una aproximación de sistema, tanto las áreas protegidas como otros elementos territoriales, en especial, los ecosistemas seminaturales, pueden cumplir un importante papel como zonas de amortiguación e interconexión (Múgica et al., 2002). En este sentido, por su estructura lineal y continua o por su papel de puntos de enlace, los citados corredores ecológicos comienzan a valorarse cada vez más como elementos esenciales para determinadas funciones claves (la migración, la distribución geográfica y el intercambio genético de las especies silvestres). Esta previsión está completada por la determinación contenida en el artículo 10 Directiva 92/43: *“Cuando lo consideren necesario, los Estados miembros, en el marco de sus políticas nacionales de ordenación del territorio y de desarrollo y, especialmente, para mejorar la coherencia ecológica de la red Natura 2000, se esforzarán por fomentar la gestión de los elementos del paisaje que revistan primordial importancia para la fauna y la flora silvestres”*. La propuesta de directiva incluía la obligatoriedad de crear corredores, pero el rechazo de los Estados terminó reformando la literalidad hasta alcanzar la naturaleza de recomendación. Como es lógico, Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, incorpora esta obligación, estableciendo la necesidad de dotar de coherencia y conectividad a la red de espacios protegidos, fomentando *“la conservación de los corredores ecológicos y la gestión de aquellos elementos del paisaje y áreas territoriales que resultan esenciales o revistan primordial importancia para la migración, la distribución geográfica y el intercambio genético entre poblaciones de especies de fauna y flora silvestres”* (artículo 46).

Una aproximación a este esquema de organización territorial de los espacios insulares canarios se ha logrado, en cierta medida, durante el proceso de configuración e implementación de la Red Natura 2000, sobre todo, en las islas de La Palma, La Gomera y, en menor medida, Gran Canaria, en cuanto esta operación ha permitido que se hayan solventado los déficits en la cobertura proteccionista de la Red Canaria. Así, la actual estructura territorial proteccionista que deriva de la fusión de ambas Redes posibilita, entre otras cuestiones, que, a excepción de Lanzarote y Fuerteventura, presente una cierta continuidad y coherencia territorial, con la consiguiente conectividad espacial y funcional de las unidades objeto de protección ambiental. Ésta se manifiesta en la existencia como elemento común de una gran y única unidad territorial, conformada por la agregación de ZEC, ZEPA y áreas protegidas de la Red Canaria, de manera individual o solapada, que acapara el mayor porcentaje de la superficie de cada ámbito insular, en concreto, el 99,5%, 92%, 90,8% y 81,9 en los casos de La Palma, La Gomera, Gran Canaria y Tenerife, respectivamente; Del mismo modo, a excepción de Fuerteventura y, en menor medida, Lanzarote, donde, siguiendo los conceptos y planteamientos formalizados desde la disciplina de la Ecología del Paisaje, las áreas protegidas constituyen manchas,



fragmentos o teselas que conforman un mosaico que sigue una determinada pauta sobre la matriz territorial (el fondo), la cobertura proteccionista se convierte en esta última en el resto de espacios insulares, pues, la superficie protegida supera el 50% y 40% de la extensión total en cuatro (El Hierro, La Palma, Tenerife y La Gomera), y dos (Lanzarote y Gran Canaria) de las siete islas del Archipiélago canario, respectivamente (figura 17.5). Ambas circunstancias ha posibilitado la “construcción” de ámbitos territoriales protegidos lo suficientemente extensos como para mantener por sí mismos la integridad ecológica de los ecosistemas claves.



**Figura 17.5;** Distribución porcentual a escala insular de la superficie protegida en relación con la total (2011)

Fuente: GRAFCAN. Elaboración propia.

### **3.3. Algunas reflexiones en torno a la planificación territorial dentro de las áreas protegidas**

#### **3.3.1. Los instrumentos de planificación territorial de las Redes Canaria de Áreas Protegidas y Natura 2000**

La Ley 12/1994 incorporó las determinaciones internacionales acerca de la necesidad de que las áreas protegidas fueran objeto de un proceso de planificación territorial. Así, como resultado de la combinación de las dos redes de áreas protegidas existentes en Canarias, gran parte de la superficie protegida está sometida a una diversidad de instrumentos de ordenación procedentes de la Red Canaria. Ello es posible porque, aunque no hay, o al menos, la Directiva Hábitats no lo pretende, relación directa e inequívoca entre ambos conjuntos de áreas protegidas, existe un grado de coincidencia del 77,3% de la superficie terrestre de ambas redes (tabla 17.5). Respecto a la superficie protegida no coincidente, en virtud del artículo 2 del Decreto 174/2009, de 29 de diciembre, por el que se declaran zonas especiales de conservación integrantes de la Red Natura en Canarias y medidas para el mantenimiento en un estado de conservación favorable de estos espacios naturales, el Gobierno de Canarias ha desarrollado un Borrador de disposiciones específicas de conservación de aplicación en las 45 ZEC no coincidentes con las áreas protegidas de la Red Canaria. Éstas van a complementar las medidas protectoras establecidas, ya sea en la legislación vigente como en los instrumentos de ordenación de los recursos naturales o en los planes de recuperación y conservación de especies aplicables en esos ámbitos territoriales; en este sentido, la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente aprobó el 13 de julio de 2011 lo que se han denominado “Directrices de conservación de la Red Natura 2000 en España” (Resolución de 21 de septiembre de 2011, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, publicada en el Boletín Oficial del Estado 244 de 10 de octubre). Por su parte, en relación con las ZEPa no coincidentes en su totalidad o coincidentes en una superficie inferior al 90% con las áreas protegidas de la Red Canaria en las islas de La Palma, Fuerteventura y Lanzarote (BOC nº 224, de 7 de noviembre de 2008), el Gobierno de Canarias ha encargado la redacción de planes de gestión, debiendo existir coherencia con el instrumento de ordenación del área con la que coincidente; estos planes deben incluir los objetivos de conservación del lugar y las medidas apropiadas para mantener dichos ámbitos territoriales en un estado de conservación favorable.

**Tabla 17.5;** Relación de tipos de solapamiento entre la Red Canaria de áreas protegidas y la Red Natura 2000 (solo superficies terrestres)

	Hectáreas	%
AP	18.753,7	5,1
ZEC	18.979,7	5,2
ZEPA	32.354,1	8,8
AP - ZEC	57.901,6	15,8
AP - ZEPA	32.431,1	8,8
ZEPA - ZEC	13.154,7	3,6
AP - ZEPA - ZEC	193.365,6	52,7
Total	366.940,6	

AP = Área protegida de la Red Canaria

ZEP = Zonas de Especial Conservación

ZEPA = Zonas de Especiales de Protección para las Aves

Fuentes: Consejería de Medioambiente y Ordenación del Territorio. Gobierno de Canarias. GRA-FCAN

Elaboración propia.

Del mismo modo, se ha producido un importante avance en relación con la planificación de las áreas protegidas que conforman la Red Canaria, como demuestra el hecho de que, a fecha de 28 de febrero de 2011, el 82,2% de las mismas disponen del correspondiente plan o norma aprobado (tabla 17.6). Este dato adquiere una mayor significación, si cabe, en la medida en que de las 146 unidades territoriales, sólo al 51,4% — los parques (nacionales, naturales y rurales), las reservas naturales (especiales e integrales) y los paisajes protegidos— le corresponde obligatoriamente la elaboración de un plan —rector de uso y gestión, director y especial, respectivamente—. Este importante progreso en esta materia ha posibilitado el cumplimiento de la obligación contemplada en el artículo 45.1 de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, acerca que las áreas protegidas de la Red Natura 2000 cuenten con “adecuados planes o instrumentos de gestión, específicos a los lugares o integrados en otros planes de desarrollo que incluyan, al menos, los objetivos de conservación del lugar y las medidas apropiadas para mantener los espacios en un estado de conservación favorable”.

**Tabla 17.6:** Estado de tramitación de los instrumentos de ordenación de las áreas protegidas de la Red Canaria (a 28 de febrero de 2011)

CATEGORÍAS DE PROTECCIÓN	INSTRUMENTO DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL	TOTAL ÁREAS PROTEGIDAS	ESTADO DE TRAMITACIÓN			
			AVANCE	APROBA- CIÓN INICIAL	APROBACIÓN DEFINITIVA	SUSPEN- SIÓN PARCIAL
Monumentos Naturales	Norma de Conservación	52	1	5	45	1
Sitio de Interés Científico		19	1	1	17	-
Reserva Natural Especial	Plan Director	15	-	-	15	-
Reserva Natural Integral		11	-	-	11	-
Paisaje Protegido	Plan Especial	27	1	7	19	-
Parque Natural	Plan Rector de Uso y Gestión	11	-	5	6	-
Parque Rural		7	-	1	6	-
Parque Nacional		4	-	-	4	-
Total		146	3	19	120	1

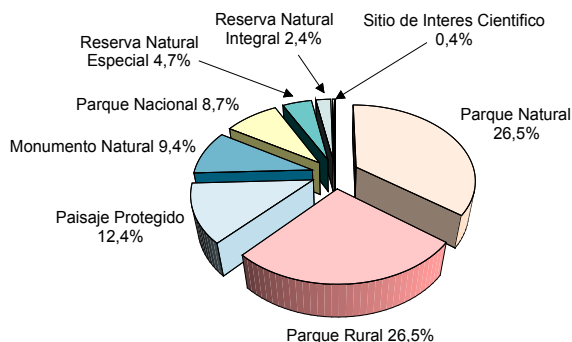
Fuente: Consejería de Educación, Universidades y Sostenibilidad. Gobierno de Canarias

Elaboración propia.

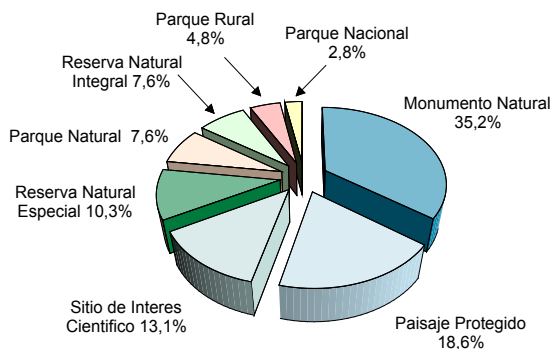
Por consiguiente, gran parte de la superficie protegida de Canarias se ha planificado en función de los objetivos de gestión de las siete figuras o categorías de protección ambiental de la red canaria, a las que hay que añadir los correspondientes a los parques nacionales, (figuras 17.6 y 17.7). Esta estructura proteccionista ha determinado que las áreas protegidas (la partes) se hayan planteado como un todo continuo, a modo de sistema conformado por elementos interrelacionados con diferente capacidad de carga para acoger usos y actividades económicas; esta apreciación supone un importante avance en relación con el lema de *“Áreas protegidas en el siglo XXI: de islas a redes”* de la Conferencia de Albany (Australia, 1997).

Las propias conceptualizaciones y definiciones jurídicas de las categorías de las áreas protegidas establecen diferencias en cuanto a los estándares de uso y de comportamiento más adecuados a los fines de la protección ambiental de su calidad ambiental, los cuales van a funcionar, a su vez, a modo de conjunto indisoluble, articulado y de obligada referencia básica para el proceso de toma de decisiones

en lo relativo a su ordenación territorial —y, por tanto, de planificación y gestión—, el cumplimiento de los objetivos y normas, así como la definición de manera específica, clara y precisa de las líneas o reglas de gestión (tabla 17.7). Así, en coherencia con el planteamiento de que *“para que una protección sea eficaz debe ser discriminada, gradual y selectiva, tanto en espacios como en recursos”* (Gómez Mendoza, 1995, 408), cada categoría de la Red Canaria se revela como un esquema funcional que, a modo de guía, define el modelo de gestión territorial de la correspondiente área protegida. De esta manera, determina los límites dentro de los que debe ocurrir en el ejercicio de dominio, control, regulación y dirección del correspondiente sistema territorial y, por ende, de su uso y aprovechamiento por parte de los agentes públicos y privados, en función de tres cuestiones básicas: las semejanzas y regularidades en cuanto a la capacidad de carga para acoger actividad antrópica de las áreas protegidas, las estrategias de gestión y el grado de vulnerabilidad de los contenidos geográficos objeto de protección ambiental.



**Figura 17.6;** distribución regional de la superficie protegida



**Figura 17.7;** Distribución regional del número de áreas protegidas

**Tabla 17.7.** Objetivos y prioridades de la gestión territorial de las categorías de protección de la Red Canaria de Áreas Protegidas

Categorías de la Red Canaria	Parque		Reservas Naturales			Sitio de Interés Científico	Monumento Natural	Paisaje Protegido
	Nacional	Natural	Rural	Integral	Especial			
Categorías de manejo de la UICN (1994)	II. Parque Nacional		VI. Área Protegida con Recursos Manejados	IV. Área de Manejo de Hábitat / Especies		III. Monumento Natural	V. Paisaje Terrestre y Marino Protegido	
Investigación científica	B	B	C	A	B			
Educación e Interpretación ambiental	B	B	B	-	B	B	B	B
Turismo y recreación	A	A	B	-	A	A	A	B
Mejora de la calidad de vida de las comunidades locales	-	-	A	-	-	-	-	A
Utilización sostenible de los recursos	C	C	A	-	C	C	C	A
Protección de los sistemas naturales y de los hábitats característicos	A	A	B	A	A	A	A	B
Protección de especies y la diversidad genética (biodiversidad)	A	A	A	A	A	A	A	A
Protección de los procesos ecológicos esenciales	A	A	A	A	A	A	A	A
Protección de los atributos culturales, tradicionales y paisajísticos	B	B	A	-	B	B	B	A
Tipo de gestión territorial	Activa	Activa	Activa	Activa	Activa	Activa temporalmente	Pasiva	Pasiva

A.- Objetivo principal: actividad vocacional propiciada

B.- Objetivo secundario

C.- Objetivo potencialmente aplicable

- No se aplica: actividad prohibida o bajo autorización especial o control estricto y regulado

Fuente: adaptado de UICN (1994), Elaboración propia.

En relación con las semejanzas y regularidades en cuanto a la capacidad de carga para acoger actividad antrópica de las áreas protegidas que cada categoría abarca, cada una de ellas responde a una jerarquía interna siguiendo un grado de prelación según la siguiente premisa: mientras que las Reservas Naturales Integrales no son aptas y las Reservas Naturales Especiales lo hacen de manera condicionada, excepcional y puntual espacialmente, el resto de figuras son susceptibles de acogerlo de manera vocacional u ocasional, llegando, incluso, a concebirse expresamente para ello como sucede con las figuras “más antrópicas”, los Parques Rurales y los Paisajes Protegidos. Así, esta diversidad de capacidades de carga de las áreas protegidas otorga un elevado grado de heterogeneidad a la estructura territorial proteccionista. Asimismo, contribuye a relegar la utilización de criterios de selección excesivamente naturalistas, que, de manera habitual, abundan en la idea de que la eficacia de la implementación de este tipo de política territorial sólo se logra a costa de la privación de derechos.

En cuanto a las estrategias de gestión ambiental, distinguimos tres tipos (Simancas, 2005). La primera es la que hemos denominado de “preservación” de los contenidos geográficos objeto de protección ambiental, constituyendo una estrategia proteccionista de carácter preventiva, lo que supone que las áreas protegidas que comprende (las Reservas Naturales Integrales) quedan exentas de cualquier tipo de uso debido a su baja, e incluso, nula, capacidad de carga o acogida; se trata de “retirar” cualquier actividad susceptible de deteriorar su calidad ambiental mediante la prohibición total de cualquier tipo de actividad y equipamiento de uso turístico, a excepción de aquellos con fines científicos, educativos o técnicos, previa autorización administrativa, impidiendo o evitando así la ocurrencia de las acciones que pueden dañar su calidad ambiental. La segunda es la estrategia de “conservación” (Parques Rurales y Paisajes Protegidos), requiriendo acciones de mitigación y, por tanto, acciones de gestión que incidan sobre la fragilidad de dichos contenidos geográficos, a través de la adecuación a su “resiliencia”, que, entendida como el anverso de la vulnerabilidad, implica la consideración de su capacidad o grado de adaptación para mantener o recuperar rápidamente su calidad ambiental por la materialización efectiva de un impacto perjudicial; así, las áreas protegidas de la Red Canaria de mayor resiliencia son las que registran puntuaciones bajas de vulnerabilidad, esto es, los Parques Rurales y los Paisajes Protegidos, lo que supone que este tipo de estrategia de gestión se aplica sobre la mayoría de las áreas protegidas de la Red Canaria (el 92,5%), así como de la superficie objeto de protección ambiental (el 97,6%). La tercera estrategia es la “mixta”, aplicándose a aquellas categorías (el resto de figuras de protección de la Red Canaria), en cuanto determinadas zonas de las mismas requieren de manera permanente o durante determinados momentos del año de



alguna de las dos modalidades de gestión anteriores; para ello, la zonificación de las áreas protegidas resulta esencial.

Por último, el grado de vulnerabilidad de los contenidos geográficos objeto de protección ambiental determina un nivel de precaución que determina que sea necesario evitar y/o minimizar de manera anticipada la incidencia negativa que pueden ocasionar cualquier proyecto o actividad, permitiendo, en todo caso, el conocimiento de sus repercusiones por parte de quien toma la correspondiente decisión (estrategia de mitigación del riesgo de deterioro o destrucción de la calidad ambiental). Para ello las áreas protegidas de Canarias han sido designadas como “Áreas de Sensibilidad Ecológica” (ASE) en virtud de la Ley 11/1990, de 13 de julio, de Prevención del Impacto Ecológico, siendo, de este modo, consideradas como *“aquellas áreas que por sus valores naturales, culturales o paisajísticos intrínsecos, o por la fragilidad de los equilibrios ecológicos existentes o que de ellas dependan, son sensibles a la acción de factores de deterioro o susceptibles de sufrir ruptura en su equilibrio o armonía de conjunto [...]”* (artículo 23). Ello implica que todo proyecto o actividad que requiera de autorización administrativa y que se vaya a realizar en las mismas deba someterse, como mínimo, a una “Evaluación Básica de Impacto Ecológico” y a una “Evaluación Detallada de Impacto Ecológico” para los incluidos en el anexo II de esa norma, resultando que, para ambos casos, la Declaración de Impacto Ecológico tiene un carácter vinculante, difiriendo en la condición académica mínima requerida a los redactores y firmantes del correspondiente Estudio, sus contenidos y el órgano ambiental. Esta designación no es uniforme a todas las categorías de protección ambiental (tabla 17.7): mientras que es inherente a los Parques Naturales, las Reservas Naturales (Especiales e Integrales), los Monumentos Naturales y los Sitios de Interés Científicos, y, por tanto, al 61,7% de la superficie protegida, resulta que la competencia de declaración como ASE a los Paisajes Protegidos y a la totalidad o a partes concretas de los Parques Rurales corresponde a los Planes de Ordenación de Recursos Naturales, así como a los Planes Especiales y Decretos de declaración de los mismos y de las Zonas Periféricas de Protección en el caso de los primeros y a los Planes Rectores de Uso y Gestión en el segundo. El resultado es que el 91,5% de la superficie total designada como ASE en Canarias se corresponde con áreas protegidas.

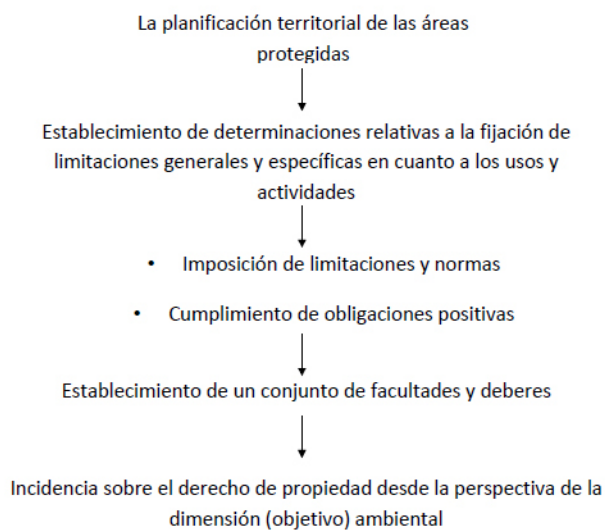
#### **4. El proceso de planificación territorial de las áreas protegidas de la Red Canaria**

La ordenación territorial interna de las áreas protegidas se logra mediante el procedimiento de elaboración, tramitación y aprobación legal de los planes y normas de planificación territorial. Así, concebidos desde la noción instrumental de “proyectos” o “modelos territoriales”, tales instrumentos constituyen mecanismos de planificación física y funcional del territorio y de programación de actuaciones (gestión), las cuales hacen explícita el sentido territorial de la estrategia de protección ambiental del territorio proyectada en la correspondiente categoría de protección ambiental, entendida como un paso intermedio entre el establecimiento de metas y la definición de las citadas acciones específicas para lograrlas (figura 17.8). A este respecto, nos parece conveniente recordar que no basta con tener aprobado el correspondiente plan o norma, ya que éstos son simplemente un medio para un fin, de modo que el producto —y no los instrumentos en sí mismos— deben concentrar la atención del proceso de planificación territorial; en la misma línea, debemos destacar que éste no supone la mera elaboración de los correspondientes planes, aunque son una parte importante del mismo, a la vez que tampoco constituyen colecciones de proyectos, aunque sean poderosas herramientas para su aplicación.

Los instrumentos de planificación territorial de las áreas protegidas de Canarias se comportan como marcos conceptuales programáticos, ejecutivos y operativos que, a modo de referencia y guía de la intervención territorial, son los que facilitan la obtención de una idea general pero sintética de los atributos que interesan de la estructura, funcionamiento y dinámica de cada sistema territorial objeto de protección ambiental, seleccionar las alternativas, definir los criterios y objetivos de relevancia, diseñar estrategias y programar las directrices de actuación que deben emprenderse para tener un futuro bajo control. Asimismo, deben facilitar la corrección de las tendencias no deseadas a través de la selección de la distribución espacial, el tipo y la intensidad de utilización y aprovechamiento, así como de su distribución espacial más óptima en función del escenario deseado y establecido jurídicamente. A su vez, constituyen los mecanismo que permiten “territorializar”, adaptar, definir y legitimar con el suficiente grado de detalle el contenido abstracto de las distintas normas y actuaciones de ejecución general que tienen como origen a la legislación sectorial con incidencia sobre dicho sistema territorial y, por ende, las diversas políticas públicas que repercuten en el mismo.

Por consiguiente, si la correspondiente norma de declaración de un área protegida precisa las facultades y obligaciones legales básicas que conforman dicho derecho,

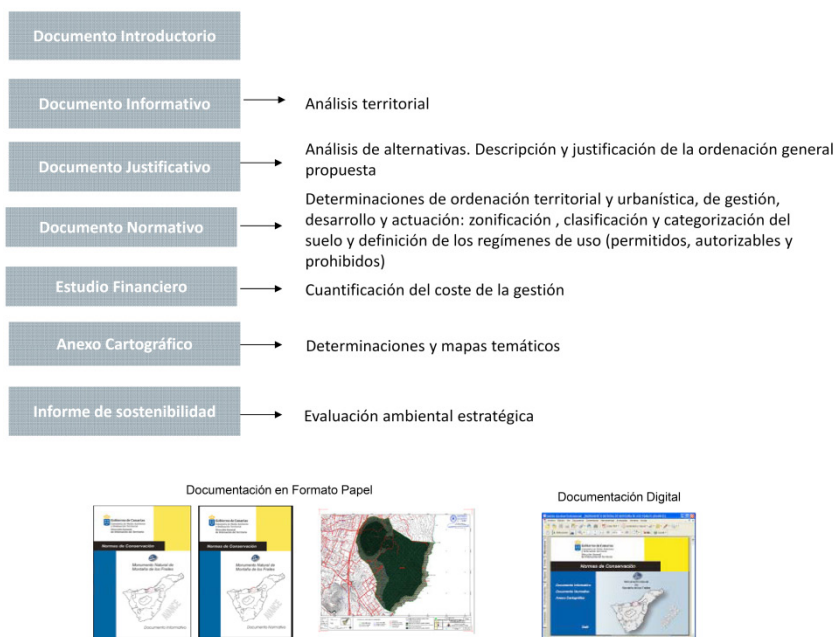
definiendo su extensión y alcance mínimo, los diferentes instrumentos de planificación ambiental lo perfilan, concretando los derechos y deberes de los propietarios para cada caso, afectando, por tanto, a la esfera de intereses de los particulares, llegando, incluso a mermar sus propiedades. Ello explica que la doctrina canaria ha fijado que la creación de una nueva área se debe producir mediante una norma legislativa de diferente rango en función de las categorías de protección ambiental, siendo significativo que para los Parques Naturales y Rurales y las Reservas Naturales (Especiales e Integrales) se ha establecido que sea por Ley del Parlamento de Canarias, con el fin de estar en clara consonancia con los artículos 33.2 y 53.1 de la Constitución española, en los que se impone que los aspectos básicos y la delimitación del derecho de propiedad debe hacerse por ley (Villar, 2003). De esta manera, la planificación territorial de las áreas protegidas supone una actuación eminentemente administrativa que, desde la premisa del mantenimiento y mejora de la calidad ambiental del ámbito territorial declarado como protegido, incide sobre la propiedad privada y el derecho de propiedad del suelo, en coherencia con el siguiente proceso secuencial:



**Figura 17.8;** Esquema del proceso de planificación

Para todo lo anterior, la doctrina canaria en esta materia ha determinado que los instrumentos de ordenación territorial de las áreas protegidas —y, por ende, los documentos que la doctrina exige (figura 17.9) — deben formularse siguiendo un proceso de “reflexión + acción”. Se trata, por tanto, de conjuntar el análisis territorial

(planificación) con la intervención (gestión), entendida como la implementación de la regulación de los usos, actividades y aprovechamientos por parte de los agentes públicos y privados.



**Figura 17.9;** Documentos que conforman la planificación territorial de un área protegida

En relación con el primer sumando, es habitual que los documentos informativos que contienen el análisis territorial se caractericen por presentar algunas de las siguientes debilidades.

En primer lugar, se estructuran y elaboran según un índice “enciclopedista”. El problema no radica en sí misma en esta forma de considerar la multitud de variables relacionadas con el sistema territorial objeto de protección ambiental, sino su escasa imbricación con los objetivos de la protección ambiental de esas áreas. Se trata de convertir “la información en conocimiento”, pues, en caso contrario, se reduce la operatividad de análisis territorial, condenando a que el documento informativo tenga una escasa, e incluso, nula utilidad para la gestión, convirtiéndose en un mero trámite administrativo.

En segundo lugar, en vez de contener elaboraciones o profundizaciones en informaciones que no estén ya realizadas, se suelen plantear como documentos “pioneros”. Ello genera una duplicidad de datos cuantitativos y cualitativos, cuando lo que se debía proceder es su actualización y, sobre todo, adaptación a los objetivos de la ordenación territorial del área protegida.

También son pocos los documentos cuya recogida de datos se realiza *ex profeso* para este proceso, limitándose a meras recopilaciones de la información acerca del ámbito territorial objeto de protección ambiental, las cuales, en algunos casos, ni siquiera se ajusta a la escala geográfica de análisis. Ello supone que la información proporcionada no se ajuste a la que la requerida para una gestión adecuada de las áreas protegidas.

Del mismo modo, el habitual enfoque analítico (cartesiano) otorgado al gran volumen de información territorial de los documentos informativos —y, por tanto, al procedimiento metodológico de análisis territorial (figura 17.9)— de los instrumentos de planificación territorial de las áreas protegidas de la Red Canaria hace que el modelo territorial resultante sea consecuencia de la mera yuxtaposición de los distintos elementos de los sistemas territoriales objeto de protección ambiental. Ello conlleva un tratamiento de dicha información de manera sectorial y compartimentada y, por ende, fragmentada, separada y aislada. Por el contrario, estimamos preciso proceder a un tratamiento de dicha información de tal forma que aporte una integración explicativa, funcional y propositiva, en la que se produzca la interrelación entre los diferentes componentes del área protegida (enfoque sistémico).

Otra cuestión a tener en cuenta es que las áreas protegidas no deben concebirse como museos estáticos, exposiciones, zoológicos o jardines botánicos y, en definitiva, como espacios fosilizados (“fotos fijas”), descontextualizados y aislados de su contexto territorial, donde predomine el binomio “gestión-congelación de la actividad”. Esta perspectiva resulta especialmente rechazable en aquellos “paisajes vivos” o “activos”, sobre todo, de los Parques Rurales y Paisajes Rurales, en los que su calidad ambiental resulta no sólo de la interacción entre la sociedad y la naturaleza, sino también de su mantenimiento. Este planteamiento es el responsable de la mayoría de los conflictos entre la población autóctona y los promotores y gestores de las áreas protegidas, pues *“raramente se ha planteado la protección de la propia dinámica de estos sistemas naturales en un conjunto espacial en el que la intervención humana es secular; ni que ésta debe considerarse actualmente como un factor de primer orden para comprender en toda su complejidad la dinámica del paisaje”* (Panareda y Arozena, 2008). Por el contrario, la ordenación territorial —y, por ende, su planificación y gestión— de estas áreas protegidas debe ajustarse a la dinámica

temporal (“la película”) –y, por ende, espacial– del sistema territorial objeto de protección ambiental y de los procesos que la determinan, pues dicho binomio nunca ha sido una estrategia válida.

Asimismo, estimamos preciso que el análisis territorial del documento informativo se fundamenta en lo que Fernández (2003) denomina como “gestión científica” de las áreas protegidas. Se trata de aunar, a modo de cooperación, el entendimiento científico (saber) del sistema territorial objeto de protección ambiental –y, por ende, el conocimiento e interpretación de los elementos y cualidades territoriales el áreas protegida, con su tratamiento técnico, generalmente orientado a la intervención (resolver), en cuanto ambos se retroalimentan, a pesar de sus aproximaciones, actitudes y aportaciones diferentes. De esta manera, la investigación aplicada se revela como esencial en el tratamiento de la recogida de información y, sobre todo, en la comentada transformación en conocimiento; a este respecto, resulta de gran interés las relaciones ciencia-gestión definidas por Fernández (2003).

En relación con esta cuestión, resulta positivo que comience a producirse una diversificación de los temas objeto de estudio; así, los relativos a las ciencias sociales y jurídicas, así como los de valoración económica, se añaden a los tradicionales vinculados con los aspectos naturales de las áreas protegidas. Sin embargo, a excepción de los trabajos de inventario y evaluaciones biológicas, los temas suelen responder más a las preferencias de los investigadores que a los intereses de los administradores de las mismas; en este sentido, resulta imprescindible fortalecer la participación activa del personal de las áreas protegidas en las investigaciones, con el fin de fortalecer sus capacidades para la gestión, y viceversa, con la consiguiente correlación directa entre los temas objeto de estudio y las prioridades de información para su planificación y gestión.

Por último, consideramos oportuno optar por un modelo adaptativo de planificación de las áreas protegidas en detrimento de la convencional –y cuestionada– forma programática, reactiva, finalista y que se suele desarrollar dentro de una escala de tiempo limitada y meramente tecnocrática (Phillips, 2003). Se trata de elaborar planes que no sean excesivamente rígidos y, por tanto, que dejen poco margen de decisión a los gestores (Martín y Redondo, 2001). La idea es disponer de una estructura lo suficientemente flexible que posibilite la incorporación de los descubrimientos derivados de la propia experiencia, de la implementación de los proyectos que materialicen los programas, así como de las acciones necesarias en función de circunstancias cambiantes (planificación preactiva).

En cuanto a la propia gestión (acción), la práctica ha determinado que los documentos normativo-operativos deban contener, como mínimo, las directrices y determinaciones vinculantes en materia de ordenación territorial, de gestión, desarrollo y actuación, así como de ordenación urbanística contempladas en la tabla 17.8. Para ello, la doctrina canaria en esta materia ha planteado dos mecanismos: por una parte, la zonificación del sistema territorial objeto de protección ambiental, y por otra, la clasificación y categorización del suelo de los ámbitos territoriales resultantes de la anterior operación.

**Tabla 17.8;** Determinaciones y actuaciones de planificación territorial dentro de las áreas protegidas de Canarias

Categorías de protección ambiental del territorio		Área de Sensibilidad Ecológica	Tipos de determinaciones mínimas a contener por los instrumentos de ordenación territorial														Estudio de alternativas	Directrices para el seguimiento socio-económico
			De ordenación territorial				De gestión, desarrollo y actuación						De ordenación urbanística					
Parque	Nacional	Inherente a la totalidad del ámbito territorial protegido y de sus respectivas Zonas Periféricas de Protección	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	No	Si
	Natural	Inherente a la totalidad del ámbito territorial protegido	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
	Rural	Opcional, siendo declarada total o parcial de su ámbito territorial por el Plan de Ordenación de Recursos Naturales (PORN) o por el correspondiente PRUG	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
Reserva Natural	Integral	Inherente a la totalidad del ámbito territorial protegido	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Si	No
	Especial		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
Monumento Natural			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
Sitio de Interés Científico			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
Paisaje Protegido		Opcional, siendo declarada la totalidad de su ámbito territorial por el PORN, o por el correspondiente Decreto de declaración o Plan Especial	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	No	Si
A1.- Zonificación del ámbito territorial protegido																		
A2.- Clasificación y categorización del suelo de los ámbitos territoriales que resulten de la anterior zonificación																		
A3.- Regulación detallada y exhaustiva del régimen de usos e intervenciones sobre cada uno de los ámbitos resultantes de la anterior ordenación territorial																		
B1.- Normas, directrices y criterios para la organización de la gestión del área protegida																		
B2.- Directrices y contenidos para la formulación de los programas específicos a desarrollar, por la Administración responsable de la gestión, para la protección y conservación, la investigación, la educación ambiental, el uso público y disfrute por los visitantes y el progreso socioeconómico de las poblaciones que viven en el área protegida o en su zona de influencia																		
B3.- Relación de las ayudas técnicas y económicas a la población local afectada, destinadas a compensar las limitaciones derivadas de las medidas de protección ambiental																		
B4.- Delimitación de ámbitos y materias sobre los que, por su problemática específica, deban formularse programas que desarrollen la ordenación establecida por el PRUG, con señalamiento de los criterios que deben respetarse																		
B5.- Delimitación, en su caso, de «Áreas de Gestión Integrada»																		
B6.- Previsión de las acciones necesarias para alcanzar los objetivos y, en su caso, programación y estudio financiero de las mismas																		
B7.- Señalamiento de los criterios o condiciones que permitan evaluar la conveniencia y oportunidad de la revisión del Plan																		
C1.- Categorizar el suelo rústico clasificado por un instrumento de planeamiento general en vigor																		
C2.- Reclasificar como suelo rústico los terrenos designados como urbano o urbanizable																		
C3.- Reclasificar como suelo urbano o asentamientos rurales o agrícolas los terrenos clasificados o calificados de otra forma en las zonas de uso general y/o especial por un instrumento de planeamiento general en vigor																		
C4.- Excepcionalmente, reclasificar como suelo urbanizable los terrenos clasificados de otra forma en las zonas de uso general y/o especial por un instrumento de planeamiento general en vigor, con el fin de absorber los crecimientos previsibles de carácter residencial permanente, comprendiendo exclusivamente a los mismos																		



El primero de estos mecanismos posibilita la adecuada sectorización o división del ámbito territorial objeto de protección ambiental, con el fin de graduar el riesgo de deterioro o destrucción de su calidad ambiental en coherencia con la vocación y la fragilidad de las “zonas” homogéneas resultantes, sobre las cuales se va a aplicar un régimen específico de usos según la mencionada clasificación. A este respecto, consideramos que el modelo de estructura territorial de zonificación más apropiado es el fundamentado en el esquema de las Reservas de la Biosfera (Simancas, 2007b), en cuanto permite la diferenciación espacial del área protegida para acoger a un determinado uso y aprovechamiento de acuerdo a su ausencia/presencia e intensidad más adecuada. En este sentido, su aplicación permite una organización territorial de cada área protegida según un esquema espacial configurado por una zona denominada “de exclusión”, equiparable al “núcleo”, que queda exenta de cualquier tipo de uso antrópico al corresponderse con el ámbito territorial de mayor fragilidad y nula aptitud para acogerla, rodeada de otras a modo de zonas de amortiguación, las “de uso restringido”, “moderado” y “general”, que presentan una desigual capacidad de carga para acoger usos antrópicos: mientras que la primera permite un reducido uso, utilizando medios pedestres y sin que sean admisibles infraestructuras tecnológicas modernas, las otras dos constituyen las más óptimas debido a su menor calidad ambiental relativa dentro del área protegida, hasta el punto que, según la propia normativa canaria, las “de uso general” son las más adecuadas para acogerlo.

La proporción de superficie ocupada por cada zona constituye un magnífico indicador de la calidad ambiental y de la funcionalidad específica atribuida a las áreas protegidas, la cual depende de las propias categorías de protección ambiental en consonancia con la regla fijada por Martín Esquivel y Redondo (2001); así, las zonas designadas como “de uso moderado” deben corresponder al menos a un 50% de la superficie total de los Parques Rurales, Paisajes Protegidos, Parques Naturales y Reservas Naturales Especiales, como “de uso tradicional” o ambas en el caso de las dos primeras figuras, como de ésta y de la “de uso restringido” en el de las dos últimas y en las Reservas Naturales Integrales, y “de exclusión” o ambas con respecto a esta última; por su parte, mientras que las “zonas de exclusión” son inexistentes en el caso de los Paisajes Protegidos, y las “de uso tradicional” y “de uso especial” en las Reservas Naturales, los otros tipos de zonas pueden estar presente aunque no son dominantes en el resto de categorías.

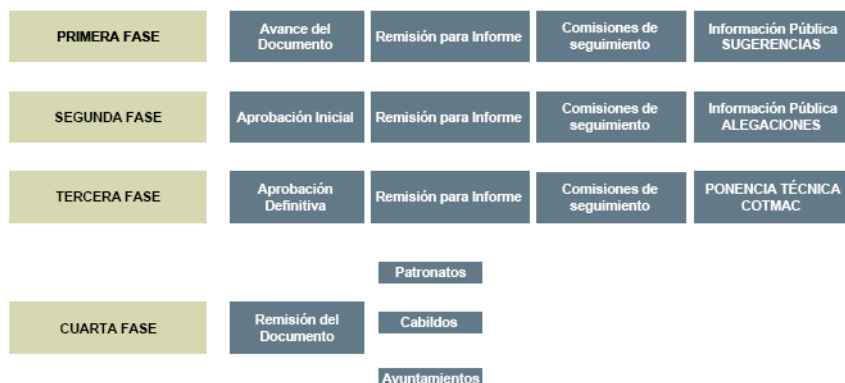
Por su parte, la clasificación, categorización y, en su caso, calificación urbanística del suelo, supone una particularidad innovadora de la doctrina canaria, en cuanto supone otorgar facultades puramente urbanísticas a los instrumentos de ordenación de las áreas protegidas. Éstas son directamente aplicables por la Administración competente, restando, por tanto, potestad a los generales procedentes de la

planificación territorial y del planeamiento urbanístico, a los que se equipara funcionalmente. Esta operación se realiza en función de la siguiente diferenciación según las categorías de protección ambiental (tabla 17.8): a excepción de los Parques Naturales y los Rurales, donde pueden darse puntualmente suelo urbano, urbanizable o apto para urbanizar, la totalidad del suelo declarado como “protegido” queda clasificado de manera automática como “rústico”, dentro del que se establecerán todas o algunas de las trece categorías contempladas en el TRLOTENC, sobre las que van a definir y aplicar no sólo los derechos y deberes del correspondiente estatuto jurídico derivado de las citadas facultades urbanísticas, sino también el régimen específico de protección ambiental del territorio de los destinos, usos y actividades; de igual manera, los Planes Rectores de Uso y Gestión de los Parques Rurales y los Planes Especiales de los Paisajes Protegidos adquieren la capacidad de desclasificar suelo, procediendo a la clasificación como rústico del urbanizable. El resultado es que, como mínimo, el 38,3% de la superficie protegida y, por tanto, prácticamente la totalidad de la Red Canaria de áreas protegidas y el 25,8% de la extensión total del Archipiélago queda clasificada únicamente como suelo rústico, estando, por tanto, obligadas a subrogarse a sus derechos y deberes. La incorporación de ambas medidas a la práctica de este tipo de política de protección ambiental del territorio se justifica por el hecho de que la clasificación del suelo rústico se ajusta al verdadero sentido de la misma, pues evita cualquier transformación incompatible con la calidad ambiental de las áreas protegidas al eliminar cualquier contenido artificial inherente a la clasificación como urbanizable y urbano —y, por consiguiente, cualquier proceso de desarrollo urbano y, por ende, de urbanización y/o edificación—, el cual depende de una voluntad pública exterior y ajena a la del propietario, esto es, la del legislador primero y la del planificador después (Fernández, 1999). Asimismo, la capacidad de diferenciar entre las distintas clases de suelo —y, con ello, sus aprovechamientos— desde una perspectiva global o conjunta, posibilita la definición precisa de las fronteras del citado derecho de propiedad, cuyo contenido y extensión varía en cada supuesto.

Del mismo modo, hay que tener en cuenta que los instrumentos de ordenación territorial de las áreas protegidas suponen herramientas prospectivas de naturaleza normativa dirigidas a su regulación en positivo de manera pormenorizada, exhaustiva, integral y completa, en cuanto vincula a los terrenos y las construcciones o edificaciones a los correspondientes usos y destinos que se establecen con su elaboración y aprobación. Por ello, la potestad planificadora se concreta no sólo en el establecimiento de un régimen jurídico general y específico de usos y actividades, que, para el caso de Canarias, tendrán la consideración de “permitidos”, “prohibidos” y “autorizables”, sino también en la definición para cada área protegida de sus condiciones particulares que quedan fijadas a través de una normativa sectorial, así

como una serie de determinaciones vinculantes, disposiciones directivas y criterios orientativos.

Por último, los planes y normas de las áreas protegidas de la Red Canaria no están exentos del trámite de aprobación establecido en el Decreto 55/2006, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de procedimientos de los instrumentos de ordenación del sistema de planeamiento de Canarias, modificado por el 30/2007, de 5 de febrero (figura 17.10). Lo mismo sucede en relación con el correspondiente procedimiento de evaluación ambiental estratégica en aplicación de la Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente; para ello, el Gobierno de Canarias ha elaborado un Documento de Referencia para elaborar los Informes de Sostenibilidad de estos instrumentos de planificación territorial.



**Figura 17.10;** Tramitación de los instrumentos de ordenación territorial de las áreas protegidas de la Red Canaria

#### **4.1. Algunas reflexiones en torno a la gestión territorial de las áreas protegidas**

Siguiendo el principio de Pareto, al menos el 78,5% de la superficie protegida de la Red Canaria de Áreas Protegidas debería estar sometida a una “gestión activa”, debiendo contar, por tanto, no sólo con el correspondiente plan o norma, sino con lo que Carabias y otros (2003) denominan “capacidades necesarias para la gestión de los espacios naturales protegidos”, esto es, aquellas cuestiones que posibilitan su administración y tutela efectiva, como la gobernabilidad (apoyo político, legislación

y capacidad de gobierno), el apoyo social (implicación y apoyo de la comunidad local, propietarios y otros grupos sociales) y los recursos (humanos, financieros, infraestructuras, conocimiento). De esta manera, la denominada “gestión pasiva” se reduce a los Paisajes Protegidos, Monumentos Naturales y los Sitios de Interés Científico, aunque, en este caso, sólo de manera temporal (épocas de cría, reproducción, etc.), limitándose, por tanto, a una leve acción orientativa de administración, tutela y control territorial, así como a la mera fijación de un conjunto de restricciones a los usos. En ambos casos, se trata de superar el planteamiento de las redes de áreas protegidas a modo de “*anecdotario naturalístico sin posibilidades de ser gestionado eficazmente*” (De Lucio *et al.*, 1997).

Sin embargo, a pesar que, como ya se ha comentado, la política canaria de declaración de áreas protegidas se caracteriza por un importante avance en materia de planificación territorial de las áreas protegidas, no ha sucedido lo mismo en cuanto a tales capacidades, a la vez que es habitual que los programas de gestión contenidos en los instrumentos de ordenación territorial aprobados no se implementen. Así, aunque existe una tendencia positiva, su evolución aún es lenta, con titubeos y dificultades (Fernández, 2003), estando aun lejos del óptimo, dando lugar a lo que hemos denominado como el “**síndrome del calcetín desaparejado**” (Simancas y García, 2011).

Del mismo modo, resulta habitual que los escasos recursos se inviertan en actuaciones a corto plazo, de un impacto inmediato y “vendibles” a la opinión pública, como la habilitación de equipamientos e infraestructuras de uso público (Fernández, 2003), en lugar de hacerlo en actuaciones de mantenimiento y mejora de la calidad ambiental de las áreas protegidas, tales como las repoblaciones, en cuanto éstas conllevan habitualmente resultados inciertos, a largo plazo y ciertas prohibiciones (figura 17.11). Además, si bien la gestión de cualquier área protegida exige un presupuesto anual constante con el que soportar al personal necesario, así como de una mínima infraestructura institucional y técnica que posibilite la ejecución de un conjunto de proyectos, la situación habitual es la contraria, es decir, una escasez de medios materiales y personales. Además, es habitual la percepción por parte de sus habitantes y usuarios de que sus demandas deben ser atendidas y solventadas por los gestores de las mismas —en detrimento, de otras administraciones competentes, como la municipal—.

Asimismo, aunque la normativa de las áreas protegidas de la Red Canaria establece la obligación de crear oficinas de administración y gestión en cada Parque Natural y Rural, con los medios personales —incluido un Director-Conservador— y materiales necesarios, en la actualidad, sólo los Parques Rurales de Anaga y Teno (Tenerife) cumplen con este precepto; una situación similar ocurre con las Juntas Rectoras.



**Figura 17.11;** Cartel de restauración ecológica en el Parque Nacional de Garajonay

Por consiguiente, con la mencionada excepción de lo que sucede en Tenerife, la gestión constituye uno de los actuales retos de la política canaria de declaración de áreas protegidas. El resultado es que la aplicación territorial de este tipo política de protección ambiental del territorio se ciñe únicamente a su delimitación cartográfica y a confiar en la legislación en esta materia. De esta manera, la mayoría de las áreas protegidas que conforman la Red Canaria pueden ser calificadas como “de papel”, en cuanto su tutela se limita a las decisiones epiqueyas y a las determinaciones de gestión que emanan de los Patronatos Insulares; una situación diferente es la de los Parques Nacionales, pues, además de contar con sus correspondientes directores, cada uno de los Patronatos presentan una notable actividad prácticamente desde su creación (Martín y Redondo, 2001). Además, las condiciones habituales en las que se desarrolla la gestión de las áreas protegidas hacen que los gestores deban improvisar, optando por una gestión cotidiana y “bomberil”.

El V Congreso Mundial de Parques organizado por la UICN (Durban, 2003) ha marcado el inicio de una nueva etapa en las estrategias de protección ambiental del territorio y, sobre todo, la necesidad de aplicar un enfoque innovador a la gestión de las áreas protegidas. Además de incidir en la necesidad de que éstas sean gestionadas desde una perspectiva sistémica, este cambio en las formas de administración y manejo hace absolutamente necesario incorporar las percepciones y aspiraciones

de la sociedad en el proceso de ordenación territorial de las áreas protegidas, y no sólo la de los técnicos y la de las Administraciones Públicas. Ello hace imprescindible comunicar los beneficios que reportan las áreas protegidas, en cuanto favorece un mayor apoyo de la sociedad a las estrategias de su gestión.

Para lograr lo anterior, se hace oportuno ampliar el elenco de actores implicados, así como incorporar formas de gestión adaptativa, “proactiva” y participativa (“convencer antes de imponer”) en el marco de la gobernanza: mientras las administraciones públicas competentes (enfoque de arriba abajo) determinan en gran medida el éxito jerárquico de la estrategia proteccionista, los agentes implicados desempeñan un papel fundamental en su implementación eficiente siguiendo un enfoque “de abajo a arriba”. Esta necesidad resulta, además, coherente no sólo con los elocuentes lemas de los III y IV Congresos Mundiales de Parques de la UICN de Bali (1982) y Caracas (1992), así como los de los Días europeos de los Parques organizados por la Federación Europarc (figura 17.12), así como el Programa de Trabajo para las áreas protegidas 2009-2013 (Europarc-España, 2009).

III Congreso Mundial de Parques de la UICN (Bali, 1982)	Parques para el Desarrollo
IV Congreso Mundial de Parques de la UICN (Caracas, 1992)	Parques para la vida
Día europeo de los Parques 2003	Espacios protegidos y desarrollo sostenible
Día europeo de los Parques 2005	Los desafíos de Natura 2000: conservación y oportunidades para la gente
Día europeo de los Parques 2006	Nuestros paisajes: espacios para la naturaleza, oportunidades para la gente
Día europeo de los Parques 2007	Paisajes, espacios para vivir y trabajar. Oportunidades para un desarrollo sostenible en los espacios protegidos
Día europeo de los Parques 2010	La biodiversidad y las personas en los espacios naturales protegidos

**Figura 17.12;** Lemas iniciativas en materia de gestión de áreas protegidas

Del mismo modo, requiere superar “la tiranía de las decisiones técnicas” y la mera información pública (Simancas, 2007b), para ahondar en la idea que “el plan de gestión debe ser un proyecto participativo” (Gómez-Limón *et al.*, 2008), sobre todo, en aquellas áreas protegidas que comprenden a los mencionados “paisajes vivos”. La idea es que la participación, la transparencia y la responsabilidad deben tenerse en cuenta en todos los asuntos que afecten a los intereses recíprocos en las áreas protegidas. Para ello, resulta necesaria la incorporación durante todas las fases de la ordenación territorial de las opiniones y puntos de vistas de los propietarios, de la sociedad civil organizada (asociaciones, fundaciones, colegios profesionales, voluntariado y similares), de las entidades dedicadas a la custodia del territorio, de las empresas patrocinadoras y, en menor medida, de los usuarios de las áreas protegidas, no sólo al proceso de caracterización, uso adecuado (sostenible) y valoración de las áreas protegidas, sino también al de toma de decisiones (planificación y gestión territorial). Para ello resulta preciso articular nuevas fórmulas y estrategias de gestión que complementen a las públicas y vinculadas con la filosofía de la “custodia del territorio”. Se trata de aprovechar lo establecido en la propia Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, donde, además de establecer la necesidad de fijar medidas contractuales, junto a las reglamentarias y administrativas, para la conservación apropiada de la Red Natura 2000 (artículo 45.1), se reconoce por primera vez dicho concepto, instando a las administraciones públicas a su promoción. No obstante, hay que reconocer que, excepto en alguna Comunidad Autónoma como Cataluña, donde existe una vocación pionera en este tipo de soluciones, la custodia del territorio, en general, y las experiencias de gestión de carácter contractual o privado, en particular, son todavía incipientes, marginales y no exentas de incertidumbres de distinto tipo (de Rojas, 2006).

Esta colaboración de los particulares resulta precisa que sea incorporada no sólo durante el proceso de planificación, sino también en la gestión. No obstante, las legislaciones que en esta materia recogen fórmulas complementarias de gestión son bastante excepcionales. A este respecto, destacamos las previsiones contempladas en la Ley 91/1978, del Parque Nacional de Doñana, acerca del sometimiento de los propietarios al régimen de las áreas protegidas, las cuales han sido asumidas por algunas legislaciones autonómicas como la canaria en relación con la categoría de los Sitios de Interés Científico. Asimismo, resulta de interés que la Ley 41/1997, de 5 de noviembre, por la que se modifica la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales, contempla la posibilidad de administrar las áreas protegidas mediante una solución consorcial. Igualmente relevante es la posibilidad contemplada en el artículo 140 Decreto Legislativo 1/2000, por el que se aprueba el TRLOTENC de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias, de delimitar “Áreas de Gestión Integrada”, lo que comporta



la coordinación e integración de las acciones de las administraciones públicas afectadas, que van a participar en una organización consorcial y gerencial subsidiaria en proporción al suelo y superficie que les afecte, con efectos, incluso, sobre la transmisión de la propiedad; hasta el momento, sólo tenemos como referencia contemplada en el Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural del Archipiélago Chinijo (Lanzarote), llegándose, incluso, a acordar los estatutos del correspondiente consorcio, en el que estarán, en principio, representados el Estado, la Comunidad Autónoma, el Cabildo de Lanzarote y los ayuntamientos implicados (Teguise y Haría).

Por otra parte, como ya se ha comentado con anterioridad, la gestión de las áreas protegidas, sobre todo, la de los mencionados “paisajes vivos” o “activos”, no pueden seguir fundamentándose en el modelo sustentado en la subvención. Por el contrario, debe complementarse con fórmulas relacionadas con el concepto de “competitividad territorial”, que, además, apoyen las políticas de desarrollo sostenible del medio rural en aquellas áreas protegidas que lo contenga, a través, por ejemplo, de la promoción de los denominados “contratos territoriales”. Regulados a través del Real Decreto 1336/2011, de 3 de octubre, publicado en el Boletín Oficial del Estado 239 de 4 de octubre de 2011, los contratos territoriales se conciben como instrumentos dirigidos a orientar e incentivar las actividades agrarias, entendidas en un sentido lo más amplio posible, hacia la multifuncionalidad y la generación de externalidades positivas que contribuyan eficazmente a mejorar los aspectos económicos, sociales y ambientales que configuran la sostenibilidad del medio rural, todo ello bajo la aplicación de un enfoque territorial. Como contrapartida, las administraciones públicas competentes las compensan, incentivan y retribuyen como forma de reconocimiento por la sociedad de los servicios y prestaciones de carácter público que generan las explotaciones agrarias más allá de la retribución derivada de la venta en el mercado de sus productos.

Por último, resulta precisa la evaluación de la gestión de los planes y normas de las áreas protegidas. Se trata de formular juicios sobre lo deseable y comprobar si realmente las medidas que se adoptaron surtieron los efectos deseados, demostrando, entre otras cuestiones, si la opción fue la más acertada en función de su grado de eficiencia y, sobre todo, efectividad. De esta manera, el procedimiento de evaluación se convierte en un elemento clave, en cuanto se revela como la técnica de medición y cuantificación de los resultados obtenidos en cada etapa bajo los criterios de relevancia o pertinencia, así como la herramienta clave para la gestión estratégica de las decisiones públicas, posibilitando su reorientación o, por el contrario, decidiendo la finalización del proceso.

## 5. Conclusiones

La política de declaración de áreas protegidas se ha convertido en la política de mayor impacto en relación con la organización y ordenación territorial de los espacios insulares canarios. Ello determina que las áreas protegidas no deban concebirse como elementos territoriales aislados, simples y estáticos de organización territorial; por el contrario, deben entenderse como estructuras estables, complejas y estratégicas inmersas en matrices territoriales más amplias y sometidas a una dinámica evolutiva constante.

Desde este punto de vista, considerando los “viejos y nuevos paradigmas” (Phillis, 2003; Locke, y Dearden, 2005), las áreas protegidas se han transformado en “sistemas territoriales”, que interaccionan estrechamente con otros sistemas socioeconómicos de los que depende y a los que aporta —o debe aportar— múltiples funciones, hasta configurar el suprasistema que constituye cada espacio insular. El resultado es que de manera análoga a otras estructuras y sistemas territoriales como las ciudades o las redes de transporte y comunicaciones, los conjuntos de áreas protegidas han adquirido una elevada significación, trascendencia e importancia como elementos estructurantes y de articulación de los esquemas físicos y de la lógica funcional de los espacios geográficos donde se insertan.

Esta relevancia ha convertido a la política de declaración de áreas protegidas en una forma de “apropiación” de los sistemas territoriales objeto de protección ambiental y, por ende, de transformación en espacios de dominio y control público por parte de la administración competente. Para ello, este tipo de política se ha ido dotando de un conjunto de técnicas y herramientas que posibilita la ordenación territorial de las áreas protegidas. De esta manera, la declaración de un ámbito territorial como “área protegida” supone, en esencia, un proceso de “institucionalización” del espacio geográfico, con la consiguiente implementación territorial de un conjunto indisoluble y articulado de determinaciones, objetivos, normas, reglas y líneas de actuaciones concretas, las cuales, a su vez, van a definir el funcionamiento, funcionalidad y dinámica del sistema territorial objeto de protección ambiental; en último término, estas cuestiones son las que diferencian las áreas protegidas respecto al contexto territorial donde se insertan (la superficie no protegida).

### Bibliografía consultada y referencias

ATAURI MEZQUIDA, J. A.; MÚGICA DE LA GUERRA, M.; GÓMEZ-LIMÓN GARCÍA, J. y DE LUCIO FERNÁNDEZ, J.V. (2005): *Procedimiento de asignación de las categorías de manejo UICN a los espacios naturales protegidos*. Oficina Técnica de EUROPARC-España.

- BASORA, X. et al. (2006): Custodia del territorio en la práctica. Manual de introducción a una nueva estrategia participativa de conservación de la naturaleza y el paisaje". Xarxa de Custòdia del Territori.
- BENNETT, G. (2004): *Linkages in Practice: a Review of Their Conservation Practice*. Gland (Switzerland) and Cambridge (UK). IUCN.
- BISHOP, K., D.; DUDLEY, P. A. y STOLTON, S. (2004): Speaking a common language. The uses and performance of the IUCN System of Management Categories for Protected Areas. IUCN, Gland.
- CARABIAS, J., DE LA MAZA, J. y CADENA, R. (coord.) (2003): *Capacidades necesarias para el manejo de áreas protegidas. América Latina y el Caribe*. The Nature Conservancy, Arlington.
- CRUZ PÉREZ, L. y ESPAÑOL ECHÁNIZ, I. (2009): *El paisaje. De la percepción a la gestión*. Liteam Ediciones.
- DE LUCIO, J. V. et al. (1997): Metodología de evaluación multiobjetivo/multicriterio para el apoyo a la toma de decisiones en la selección de zonas especiales de conservación (Natura 2000). Unión Europea) en la Comunidad de Madrid. Madrid, Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Regional.
- DE LUCIO, J. V.; ATAURI, J. A.; SASTRE, P. y MARTÍNEZ, C. (2003): "Conectividad y redes de espacios naturales protegidos. Del modelo teórico a la visión práctica de la gestión", en García Mora, M. R. (coord.): *Conectividad ambiental: las áreas protegidas en la cuenca mediterránea*. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, pp. 29-53.
- DE ROJAS MARTÍNEZ-PARETS, F. (2006): "Fórmulas alternativas de protección y gestión de los espacios naturales", en *Revista Aranzadi de Derecho Ambiental*, nº 8, 152 pp.
- DOMENECH, J. (1999): "El uso y disfrute de los espacios protegidos y de interés: Política forestal y de parques naturales. La protección de la biodiversidad dentro de una estrategia de desarrollo sostenible", en Egrau Rahola, J. (coord.): *Política ambiental y desarrollo sostenible*. Instituto de Ecología y Mercado. Barcelona, pp. 223-243.
- DUDLEY, N. (ed.) (2008): Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas. UICN. Gland, 96pp.
- ESTIRADO OLIET, M<sup>a</sup> (2004): "La gestión de los espacios de la Red Natura 2000", en MARTÍNEZ VEGA, J. y MARTÍN LOU, M<sup>a</sup>. A. (editores): *Métodos para la planificación de espacios naturales protegidos*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, pp.41-50.
- EUROPARC-España (2009): *Programa de Trabajo para las áreas protegidas 2009-2013*. Ed. FUNGOBE. Madrid. 48 páginas.
- EUROPARC-España (2010): Anuario EUROPARC-España del estado de los espacios naturales protegidos 2009. Ed. FUNGOBE. Madrid. 104 p.
- FERNÁNDEZ LÓPEZ, Á. (2003): "Gestión y Ciencia en espacios protegidos", en AROZENA, M.E.; BELTRÁN, E. y DORTA, P. (coord.): *La Biogeografía: ciencia geográfica y ciencia biológica*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de La Laguna, La Laguna, pp. 37-50.
- FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, T. R. (1999): *Manual de Derecho Urbanístico*. Madrid, El Consultor de los Ayuntamientos y de los Juzgados, 287 pp.
- FERNÁNDEZ SANUDO, P., PÉREZ CORONA, M. E. y DE LUCIO FERNÁNDEZ, J. V. (1997): Criterios de definición de las categorías de protección de espacios naturales protegidos del Estado Español. Centro de Investigaciones Ambientales de la Comunidad de Madrid, nº 23. Madrid, 28 pp.
- GARCÍA CASANOVA, J. (2009): "Reflexiones conservacionistas sobre el sur de Tenerife", en *Makaronesia: Boletín de la Asociación de Amigos del Museo de Ciencias Naturales de Tenerife*, nº 11, pp. 132-141.
- GARCÍA CRUZ, J. I. y SIMANCAS CRUZ, M.R. (2011): "El paisaje de las áreas protegidas de Canarias", en Simancas, M. R. y Cortina, A. (coord.): *Retos y perspectivas de la gestión del paisaje de Canarias. Reflexiones en relación con el 10º aniversario de la firma del Convenio Europeo del Paisaje*. Observatorio del Paisaje de Canarias / UIMP. Santa Cruz de Tenerife.

- GARCÍA MÁRQUEZ, F. y SANTANA RODRÍGUEZ, J. J. (1999): "La ordenación de los recursos naturales y del territorio", en Parejo Alfonso, L. (dir.): *Derecho canario de la ordenación de los recursos naturales, territorial y urbanística*. Madrid. Instituto Pascual Madoz del Territorio, Urbanismo y Medio Ambiente / Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente de Canarias / Marcial Pons, pp. 169-206.
- GARCÍA MORA, M.P. y MONTES, C (eds.) (2003): Vínculos en el paisaje mediterráneo. El papel de los espacios protegidos en el contexto territorial. Junta de Andalucía. Sevilla.
- GÓMEZ MENDOZA, J. (1995): "Desarrollo rural y espacios naturales protegidos", en RAMOS REAL, E. y CRUZ VILLALÓN, J. (coord.): *Hacia un nuevo sistema rural*. Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, págs. 381-410.
- GÓMEZ-LIMÓN GARCÍA, J., DE LUCIO FERNÁNDEZ, J.V. & MUJICA DE LA GUERRA, M. (2000): *De la declaración a la gestión activa. Los espacios naturales protegidos del Estado Español en el umbral XXI*. Europarc-España, Madrid.
- GÓMEZ-LIMÓN GARCÍA, J.; ATAURI MEZQUIDA, J. A.; MÚGICA DE LA GUERRA, M.; DE LUCIO FERNÁNDEZ, J. V. y PUERTAS BLÁZQUEZ, J. (2008): *Planificar para gestionar los espacios naturales protegidos*. Ed. Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez para los espacios naturales. EUROPARC-España. Madrid. 120 páginas.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F. (1989): "Relación entre espacios naturales protegidos y protegibles. Los términos de una polémica", en VV. AA.: *Supervivencia de los Espacios Naturales*. Madrid, MAPA-Casa de Velásquez, pp. 45-52.
- GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, J. M. (1982): "Planificación de un sistema de espacios naturales protegidos a nivel regional", en Aboal, J. L.; Fernández Tomás, J. G.; Ortuño, F. y de Viedma, M. G. (editores): *Planificación y gestión de espacios naturales protegidos*. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid, pp. 345-376.
- HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, J.; SIMANCAS CRUZ, M. R. y GARCÍA CRUZ, J. I. (2010): "La insularidad en la configuración de especificidades regionales: su impacto sobre los modelos de organización y ordenación territorial de los espacios insulares de Canarias", en Simancas Cruz, M. R. (coordinación): *El impacto de la crisis en la economía canaria. Claves para el futuro*. Volumen II. Real Sociedad Económica de Amigos del País de Tenerife / Cabildo Insular de Tenerife. La Laguna, pp. 725-785.
- JIMÉNEZ JAÉN, A. (2000): *El régimen jurídico de los Espacios Naturales Protegidos*. McGraw-Hill / Interamericana de España. Madrid, 400 pp.
- LOCKE, H. y DEARDEN, P. (2005): "Rethinking protected area categories and the new paradigm", *Environmental Conservation*, nº 32 (1), pp. 1-10.
- MACHADO CARRILLO, A. (1993): "Protección de la naturaleza y del paisaje en Canarias". *El Campo*, número 128, pp. 95-106.
- MARTÍN ESQUIVEL, J. L. y REDONDO, C. (2001): "Conservación en las áreas protegidas", en Fernández-Palacios, J. M<sup>a</sup> y Martín Esquivel, J. L. (coord.): *Naturaleza de las Islas Canarias*. Ed. Turquesa, Santa Cruz de Tenerife, pp. 407-413.
- MARTÍN ESQUIVEL, J. L., GARCÍA, H., REDONDO, C. E., GARCÍA, I. y CARRALERO, I. (1995): *La Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos*. Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. Santa Cruz de Tenerife.
- MATA OLMO, R. et al. (2005): *Integración de los espacios naturales protegidos en la ordenación del territorio*. Serie monografías EUROPARC-España. Ed. Fundación Fernando González Bernáldez. Madrid. 120 páginas.
- MÚGICA DE LA GUERRA, M. et al. (2002): Integración territorial de espacios naturales protegidos y conectividad ecológica en paisajes mediterráneos. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, 124 pp.
- MULERO MENDIGORRI, A. (2002): *La protección de Espacios Naturales de España*. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa, 309 pp.

- PANAREDA CLOPÉS, J.M. y AROZENA CONCEPCIÓN, M<sup>a</sup> E. (2008): "Transformaciones en el paisaje de los espacios protegidos en los últimos años", en *Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, Vol. XII, nº 270 (22).
- PHILLIPS, A. (2003): "Un paradigma moderno", *Conservación mundial*, nº 2, pp. 6-7.
- SANTANA RODRÍGUEZ, J. J. (2009): "El proceso de adaptación del planeamiento general al nuevo ordenamiento urbanístico canario (1999-2009)", en Santana Rodríguez, J. J. (coord.): *Diez años de la Ley de Ordenación del Territorio de Canarias*. Valencia. Tirant lo Blanch, pp. 182-256.
- SCHAFER, C. L. (1990): *Nature Reserves: Island Theory and Conservation Practice*. Smithsonian Institution Press. Washington, D. C. and London.
- SIMANCAS CRUZ, M. R. (2004): "El impacto de las grandes infraestructuras de transporte sobre la descalificación de áreas protegidas en Canarias", en *II Congreso Internacional de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, pp. 1.469-1.483.
- SIMANCAS CRUZ, M. R. (2005): "Methodological approximation to the definition of the territorial management models of protected areas", en *VIII International Seminar of Forum. UNESCO. University and Heritage*. Forum UNESCO / Universidad de La Laguna. La Laguna, pp. 71-75.
- SIMANCAS CRUZ, M. R. (2007a): *Las áreas protegidas de Canarias. Cincuenta años de protección ambiental del territorio en espacios insulares*. Ediciones Idea, Santa Cruz de Tenerife, 459 págs.
- SIMANCAS CRUZ, M. R. (2007b): "Los componentes estructurales de la política de declaración de áreas protegidas de Canarias: el cambio de paradigma desde la perspectiva territorial", *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, nº 43, pp. 261-305.
- SIMANCAS CRUZ, M. R. y GARCÍA CRUZ, J. I. (2011): "El paisaje en la política de declaración de áreas protegidas de Canarias", en Simancas Cruz, M. R. y Cortina Ramos, A. (coord.): *Retos y perspectivas de la gestión del paisaje de Canarias. Reflexiones en relación con el 10º aniversario de la firma del Convenio Europeo del Paisaje*. Observatorio del Paisaje de Canarias. Gobierno de Canarias / Universidad Internacional Menéndez y Pelayo. Santa Cruz de Tenerife, pp. 269-317.
- TROITIÑO VINUESA, M. A. (1995): "Espacios naturales protegidos y desarrollo rural: una relación territorial conflictiva", *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, nº 20, pp. 7-37.
- UICN (1994): *Guidelines for Protected Area Management categories*. IUCN, Gland.
- VILLAR ROJAS, F. (2003): "El derecho de propiedad del suelo", en Villar Rojas, F. (director): *Derecho Urbanístico de Canarias*. Santa Cruz de Tenerife, Instituto de Estudios Canarios / Cabildo Insular de Tenerife, págs. 64-96.



# Gestión de espacios naturales protegidos en el archipiélago Canario

Humberto Gutiérrez García

## 1. Antecedentes normativos

La idea original del actual concepto de Espacio Natural Protegido nació en los Estados Unidos de América en el año 1872. Ese año se hacía realidad el Parque Nacional de Yellowstone primer espacio de estas características del mundo. Con su declaración, este territorio quedó reservado para la protección del medio natural y especies de flora y fauna que albergaba, así como para el disfrute y beneficio de la población. Su declaración como Parque Nacional implicaba la prohibición de su colonización, ocupación y venta.

A nivel nacional, la primera Ley de Parques Nacionales de 8 de diciembre de 1916, buscaba preservar grandes extensiones de terreno tanto por sus valores estéticos como paisajísticos y, por ende, naturales. A raíz de la aprobación de esta Ley se declaran en 1918 los primeros Parques Nacionales Españoles que fueron Covadonga (actual Picos de Europa) y Ordesa. No fue hasta 1954, cuando se amplió el número Parques Nacionales al declararse El Teide y La Caldera de Taburiente para posteriormente volver a ampliarse al año siguiente con Aigüestortes i Estany de Sant Maurici.

La Ley de Parques Nacionales de 1916 queda derogada al aprobarse la Ley de Montes, de 8 de junio de 1957, que recoge en su articulado todo lo referente a los Parques Nacionales de la época. Sin embargo, en esta nueva norma empiezan a cobrar especial importancia los valores ecológicos de estos espacios frente a los



meramente productivistas y paisajísticos. En virtud a ésta se declaran como nuevos Parques Nacionales Doñana en 1969, Las Tablas de Daimiel en 1973 y Timanfaya en 1974.

Posteriormente, se aprueba la Ley 15/1975, de 2 de mayo, de Espacios Naturales Protegidos. En base a esta Ley, además de los Parques Nacionales, se crean tres nuevas figuras de espacios protegidos como son las Reservas Integrales de Interés Científico, Parajes Naturales de Interés Nacional y Parques Naturales. El fin de esta Ley era la de poner en marcha actuaciones de conservación para zonas concretas. Después de su entrada en vigor se declararon multitud de espacios protegidos en la totalidad del territorio nacional. En concreto, en Canarias se declararon dos Parques Naturales como son Dunas de Corralejo e Isla de Lobos (R.D. 3058/1982, de 15 de octubre) y el de islotes del norte de Lanzarote y de los riscos de Famara (Decreto 89/1986, de 9 de mayo). A la par se declaró Garajonay como Parque Nacional por medio de la Ley 3/1981, de 25 de marzo.

En base al artículo 25 de la Ley 19/1975, de 2 de mayo, de reforma de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana, la Comisión Interministerial de Medio Ambiente promovió la elaboración de un catálogo provincial de espacios protegibles. Este documento fue redactado por el ICONA en 1980 denominándose el documento *inventario abierto de espacios protegibles*. La Junta de Canarias asumió este inventario y promovió junto al ICONA la redacción de Planes Especiales de Protección y Catalogación de Espacios Naturales. Pese a que estos planes especiales nunca se aprobaron, sí que influyeron en los Planes Generales de Ordenación Urbana redactados por los diferentes ayuntamientos.

Posteriormente, la Ley 12/1987, de 19 junio, de declaración de Espacios Naturales de Canarias aprobada por el Parlamento delimitó y enumeró las zonas a proteger de cada isla del Archipiélago. En concreto, declaró 104 nuevos espacios protegidos aunque destacando valores ecológicos y no de aprovechamiento forestal.

A nivel nacional, la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres recoge en una sola disposición el derecho de conservación de la naturaleza e implica un cambio notable en la gestión del territorio al imponer el correcto ordenamiento de los recursos naturales sobre cualquier otro tipo de ordenación, especialmente sobre la urbanística. Esta Ley estableció cuatro categorías básicas de Espacios Naturales Protegidos como son los Parques (naturales y nacionales), Reservas Naturales, Monumentos Naturales y Paisajes Protegidos.

Con la aprobación de la Ley 12/1994, de 19 de diciembre, de Espacios Naturales de Canarias se diseñó la Red de Espacios Naturales Protegidos de Canarias tal y como la conocemos en la actualidad. Además, dio cumplimiento al mandato legal establecido en la Ley 4/1989, de 27 de marzo, que obligaba a recalificar las áreas protegidas existentes en las nuevas categorías establecidas por aquella. Esta Ley abarca aspectos tales como las diferentes categorías de protección de los espacios, sus instrumentos de planeamiento y contenido mínimo de éstos, organización administrativa, régimen sancionador y demás aspectos necesarios para la correcta gestión de nuestros Espacios Naturales Protegidos.

La Ley 12/1994 fue incorporada al Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias, aprobado por Decreto-Legislativo 1/2000, de 8 mayo. El Texto Refundido tiene por objeto aunar en una sola las dos normas básicas que regulan la ordenación y uso del territorio en Canarias. Prueba de ello, son los puntos en los que se resume el objeto de la norma recogida en su artículo primero.

- 1) Establecer el régimen jurídico general de los Espacios Naturales de Canarias.
- 2) Regular la actividad administrativa en materia de ordenación de los recursos naturales, territorial y urbanística.
- 3) Definir el régimen jurídico urbanístico de la propiedad del suelo y vuelo, de acuerdo con su función social.

Una Ley posterior que ha influido en la gestión y planeamiento de los Espacios Naturales Protegidos de Canarias es la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes en cuyo capítulo IV se recoge la figura de los montes con figuras especiales de protección además de regular en varios capítulos la limitación de uso de los montes protegidos, los usos del suelo y vuelo en éstos, así como su planificación y los planes de ordenación de los recursos forestales.

La última norma aprobada que incide significativamente en la gestión de los Espacios Naturales Protegidos de Canarias es la Ley 5/2007, de 3 de abril, de la Red de Parques Nacionales. Esta norma parte de la sentencia favorable a las Comunidades Autónomas por la que se les atribuye la gestión de los Parques Nacionales incluidos en su ámbito territorial. Con esta Ley se establecen los criterios básicos para la salvaguarda y mejora de la Red de Parques Nacionales de España. La ley delimita un marco adecuado para la conservación de los Parques Nacionales que, partiendo con carácter general de la competencia exclusiva de las Comunidades Autónomas

para la gestión, facilite el cumplimiento de los objetivos de cada Parque Nacional en el conjunto de la Red.

Con la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad se vuelve a incidir en la figura de los Espacios Naturales Protegidos así como en los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales. Esta norma avanza en la generalización del Derecho de conservación de la naturaleza, completando la etapa iniciada dentro del marco básico de la Ley 4/1989 mediante la promulgación de las distintas normativas autonómicas, adaptando la normativa europea promulgada en el periodo de tiempo transcurrido entre ambas leyes y mejorando su articulación con el objeto de garantizar a las generaciones futuras el disfrute de nuestro patrimonio natural.

## **2. Gestión de los espacios naturales protegidos**

### **2.1. Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos**

En el Artículo 48 del Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias, (Decreto-Legislativo 1/2000, 8 mayo) denominado *Protección de Espacios Naturales y declaración como tales* se establece que *Aquellos espacios del territorio terrestre o marítimo de Canarias que contengan elementos o sistemas naturales de especial interés o valor podrán ser declarados protegidos de acuerdo con lo regulado en el presente Texto Refundido.*

La valoración de un espacio natural, a efectos de su consideración como protegido, tendrá en cuenta uno o varios de los siguientes requisitos:

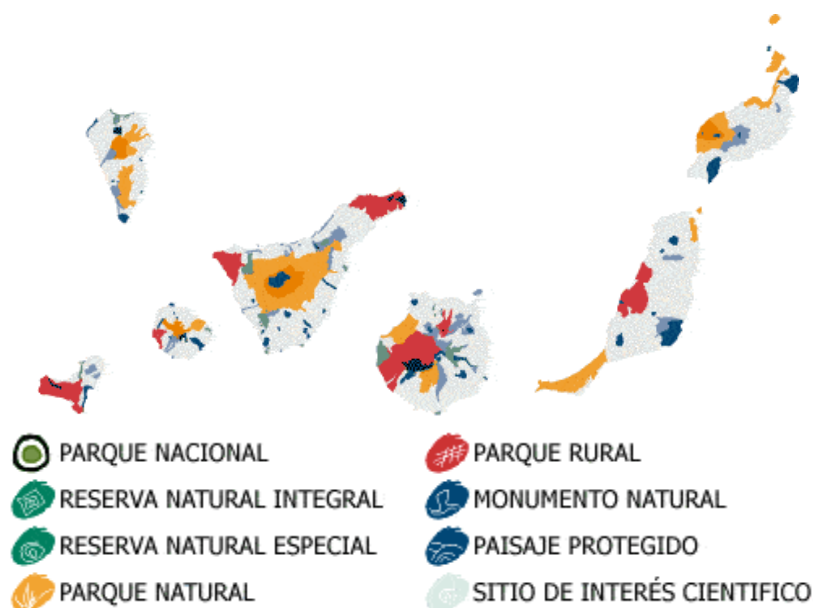
- 1) Desempeñar un papel importante en el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales de las islas, tales como la protección de los suelos, la recarga de los acuíferos y otros análogos.
- 2) Constituir una muestra representativa de los principales sistemas naturales y del hábitat característico, terrestre y marino, del Archipiélago.
- 3) Albergar poblaciones de animales o vegetales catalogados como especies amenazadas, altas concentraciones de elementos endémicos o especies que

en virtud de convenios internacionales o disposiciones específicas requieran una protección especial.

- 4) Contribuir significativamente al mantenimiento de la biodiversidad del Archipiélago Canario.
- 5) Incluir zonas de importancia vital para determinadas fases de la biología de las especies animales, tales como áreas de reproducción y cría, refugio de especies migratorias y análogas.
- 6) Constituir un hábitat único de endemismos canarios o donde se albergue la mayor parte de sus efectivos poblacionales.
- 7) Albergar estructuras geomorfológicas representativas de la geología insular, en buen estado de conservación.
- 8) Conformar un paisaje rural o agreste de gran belleza o valor cultural, etnográfico, agrícola, histórico, arqueológico, o que comprenda elementos singularizados y característicos dentro del paisaje general.
- 9) Contener yacimientos paleontológicos de interés científico.
- 10) Contener elementos naturales que destaquen por su rareza o singularidad o tengan interés científico especial.

En el mismo artículo se establece que en función de los valores y bienes naturales que se protegen, los Espacios Naturales Protegidos del Archipiélago se integran en una Red en la que estarán representados los hábitat naturales más significativos y los principales centros de biodiversidad. Esta Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos se compone de 146 Espacios que abarcan aproximadamente el 40% de la superficie del Archipiélago.

Además de los Espacios Naturales Protegidos declarados según la legislación autonómica vigente, el Parlamento de Canarias puede integrar en esta Red aquellas áreas que ostenten una protección específica otorgada por otros organismos internacionales competentes.



**Figura 18.1;** Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos. (Gobierno de Canarias)

## **2.2. Titularidad de la gestión de los Espacios Naturales Protegidos**

La normativa vigente y reguladora de los Espacios Naturales Protegidos de Canarias presenta instrumentos que permiten llevar a cabo la ordenación de los Espacios Naturales Protegidos a través de la elaboración de los instrumentos de planeamiento de dichos espacios. Como cualquier procedimiento administrativo los planes, tras ser redactados, se someten a información pública, se estudian y recogen las alegaciones presentadas por particulares y administraciones incorporándolas al texto o denegándolas en su caso en los plazos legales establecidos tras lo cual aprueban definitivamente.

Así, el Gobierno de Canarias es la Administración encargada de la normativa, planificación y de la redacción de los instrumentos de planeamiento de los Espacios Naturales Protegidos siendo los Cabildos los encargados de su gestión así como de nombrar a los directores conservadores o de abarcar la gestión integrada de los mismos en su caso.

Mención expresa merece el caso de la gestión de los Parques Nacionales de Canarias. Hasta la *Sentencia del Tribunal Constitucional 194/2004* los cuatro Parques Nacionales ubicados en territorio canario estaban incluidos en la Red de Espacios Naturales de Canarias pero eran gestionados directamente por la administración estatal. Sin embargo, el Tribunal Constitucional, en respuesta a los recursos presentados por la Junta de Andalucía y el Gobierno de Aragón en los que se cuestiona el modelo de gestión compartida entre la Administración General del Estado y las Comunidades Autónomas, declara en Sentencia de fecha 4 de noviembre de 2004 que la gestión ordinaria y habitual de los Parques Nacionales es competencia de las Comunidades Autónomas.

La declaración de inconstitucionalidad derivada de esta sentencia afecta a la gestión de los Parques Nacionales en los siguientes aspectos:

- La gestión ordinaria y habitual de los Parques Nacionales, la elaboración, aprobación y desarrollo de los Planes Rectores de Uso y Gestión y el nombramiento del Presidente y del Director Conservador de los mismos se entienden como una competencia exclusiva de las Comunidades Autónomas en régimen de auto organización.
- Por ello desaparece la figura de las Comisiones Mixtas de Gestión de los Parques Nacionales debiendo ser atribuidas sus funciones al órgano específico de las Comunidades Autónomas.
- Las Comunidades Autónomas deben atender con cargo a sus recursos financieros en régimen de autonomía presupuestaria los gastos derivados de la gestión que les corresponde.
- Los Patronatos de los Parques Nacionales no se ven alterados en su función aunque deben quedar adscritos a las Comunidades Autónomas independientemente de la presencia en los mismos de la Administración General del Estado.

Sin embargo, la Sentencia mantiene aspectos del anterior modelo estatal de gestión de Parques Nacionales como son:

- La existencia de la Red como un sistema homogéneo y coherente de protección de las mejores muestras de la naturaleza española.

- Mantiene al Consejo de la Red en su actual formulación y competencias como máximo órgano asesor y de participación.
- Entiende como instrumento básico de ordenación el Plan Director de la Red de Parques Nacionales.
- Confirma el procedimiento establecido para la elaboración de instrumentos de planificación donde se debe contemplar la participación pública.
- Habilita al Gobierno estatal a ampliar los Parques Nacionales por acuerdo de Consejo de Ministros en determinadas condiciones.

Esta sentencia, una vez firme, ha supuesto la trasferencia de los medios, recursos y de la propia gestión de los Parques Nacionales de la administración estatal a las Comunidades Autónomas. Sin embargo en Canarias, esta circunstancia ha abierto un intenso debate entre la propia administración autonómica y algunos Cabildos Insulares al discutirse si la gestión debe recaer en aquella o en las entidades locales. La razón argumentada por los Cabildos demandantes es que en Canarias, la competencia de la gestión de los Espacios Naturales Protegidos de la Red Canaria está transferida a dichas entidades (*DECRETO 111/2002, de 9 de agosto, de traspaso de funciones de la Administración Pública de la Comunidad Autónoma de Canarias a los Cabildos Insulares en materia de servicios forestales, vías pecuarias y pastos; protección del medio ambiente y gestión y conservación de espacios naturales protegidos*). Esta polémica debe ser sin duda abarcada con esmero y rigurosidad valorando la legalidad de los argumentos dados por unas administraciones u otras además de hacer un estudio minucioso de los pros y contras que supondría una gestión autonómica o insular de los Parques Nacionales de Canarias.

### **3. Categorías de espacios naturales protegidos**

La normativa canaria vigente clasifica los Espacios Naturales de la Red en las siguientes categorías.

- 1) Parques.
- 2) Reservas.
- 3) Monumentos Naturales.



4) Sitios de Interés Científico.

5) Paisajes Protegidos.

**PARQUES:** La definición genérica de este grupo de espacios naturales protegidos es la de “áreas naturales amplias, poco transformadas por la explotación u ocupación humanas, que en razón de la belleza de sus paisajes, la representatividad de sus ecosistemas o la singularidad de su flora, de su fauna o de sus formaciones geomorfológicas, poseen unos valores ecológicos, estéticos, educativos y científicos cuya conservación merece una atención preferente”.

Así, se distinguen los siguientes tipos de Parques.

### 3.1. Parques Nacionales

Los Parques Nacionales son Espacios Naturales de alto valor ecológico y cultural, poco transformados por la explotación o actividad humana que, en razón de la belleza de sus paisajes, la representatividad de sus ecosistemas o la singularidad de su flora, su fauna, de su geología o de sus formaciones geomorfológicas poseen unos valores ecológicos, estéticos, culturales, educativos y científicos destacados cuya conservación merece una atención preferente y se declara de interés general del Estado.



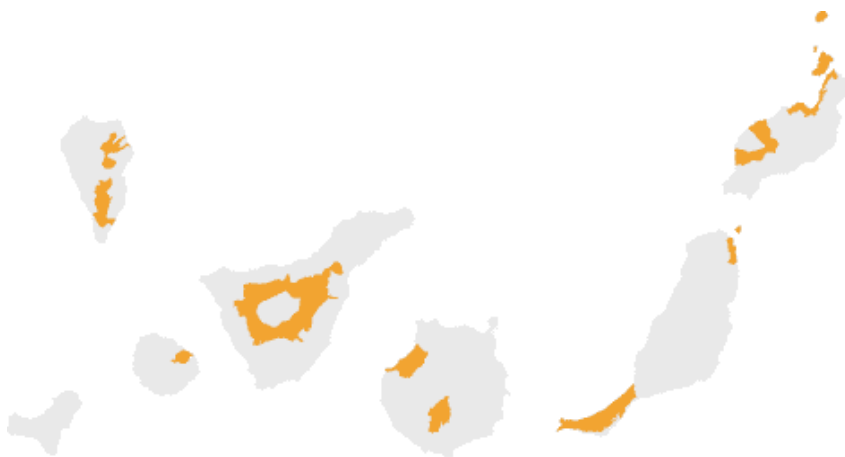
**Figura 18.2;** Red de Parques Nacionales. (MIMAR)

Canarias es La Comunidad Autónoma que mayor número de estos Espacios presenta al albergar cuatro de los catorce que existen a nivel nacional.

### **3.2. Parques Naturales**

Los Parques Naturales son aquellos espacios naturales amplios, no transformados sensiblemente por la explotación u ocupación humana y cuyas bellezas naturales, fauna, flora y gea en su conjunto se consideran muestras singulares del patrimonio natural de Canarias.

Su declaración tiene por objeto la preservación de los recursos naturales que alberga para el disfrute público, la educación y la investigación científica de forma compatible con su conservación no teniendo cabida los usos residenciales u otros ajenos a su finalidad.



**Figura 18.3;** Parques Naturales de Canarias.(Gobierno de Canarias)

La isla de El Hierro carece de parque natural.

### **3.3. Parques Rurales**

Son aquellos espacios naturales amplios, en los que coexistan actividades agrícolas y ganaderas o pesqueras con otras de especial interés natural y ecológico conformando un paisaje de gran interés ecocultural que precise su conservación.

Su declaración tiene por objeto la conservación de todo el conjunto y promover a su vez el desarrollo armónico de las poblaciones locales y mejoras en sus condiciones de vida no siendo compatibles los nuevos usos ajenos a esta finalidad.



**Figura 18.4;** Parques Rurales de Canarias. (Gobierno de Canarias)

En las islas de La Palma y Lanzarote no se han declarado parques rurales.

### **3.4. Reservas**

La definición genérica de este grupo de espacios naturales protegidos es la de “espacios naturales cuya declaración tiene como finalidad la protección de ecosistemas, comunidades o elementos biológicos o geológicos que, por su rareza, fragilidad, representatividad, importancia o singularidad merecen una valoración especial”.

La normativa canaria distingue dos tipos de reservas.

### **3.4.1. Reservas Naturales Integrales**

Son aquellas, de dimensión moderada, cuyo objeto es la preservación integral de todos los elementos bióticos y abióticos, así como de todos los procesos ecológicos naturales y en los que no es compatible la ocupación humana ajena a fines científicos.



**Figura 18.5;** Reservas Naturales Integrales de Canarias. (Gobierno de Canarias)

Fuerteventura es la única isla que no cuenta con reserva natural integral.

### **3.4.2. Reservas Naturales Especiales**

Son Reservas Naturales Especiales aquellos espacios, de dimensión moderada, cuyo objeto es la preservación de hábitat singulares, especies concretas, formaciones geológicas o procesos ecológicos naturales de interés especial y en la que no es compatible la ocupación humana ajena a fines científicos, educativos y, excepcionalmente, recreativos, o de carácter tradicional.

En las islas de Fuerteventura y Lanzarote no se han declarado reservas naturales especiales.

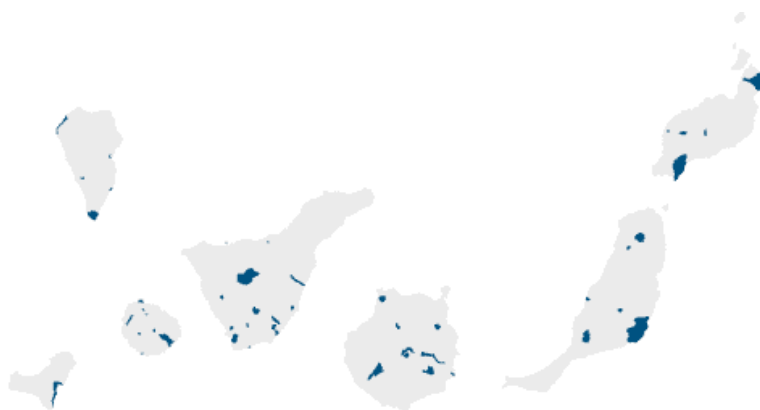


**Figura 18.6:** Reservas Naturales Especiales de Canarias. (Gobierno de Canarias)

### **3.5. Monumentos Naturales**

Los Monumentos Naturales son espacios o elementos de la naturaleza de dimensión reducida, constituidos básicamente por formaciones de notoria singularidad, rareza o belleza, que son objeto de protección especial.

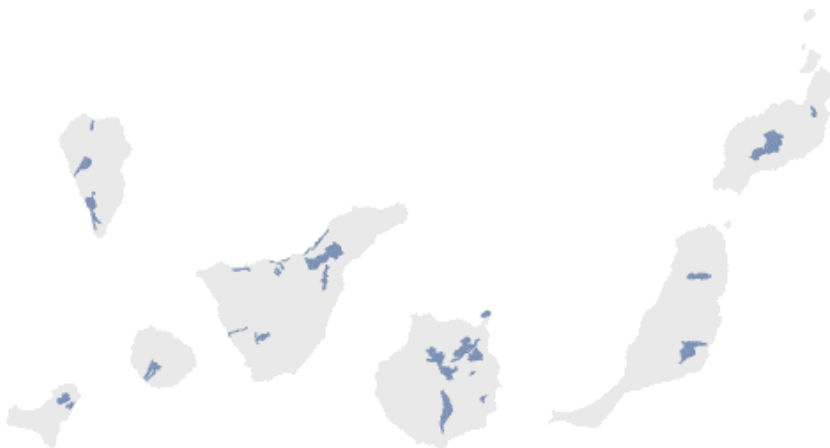
En especial se declararán como Monumentos Naturales las formaciones geológicas, yacimientos paleontológicos y demás elementos de la gea que reúnan un interés especial por la singularidad o importancia de sus valores científicos, culturales o paisajísticos.



**Figura 18.7;** Monumentos Naturales de Canarias. (Gobierno de Canarias)

### **3.6. Paisajes Protegidos**

Los Paisajes Protegidos son zonas del territorio que contemplan notorios valores estéticos y culturales merecedores de una especial protección.



**Figura 18.8:** Paisajes Protegidos de Canarias.(Gobierno de Canarias)

### **3.7. Sitios de Interés Científico**

Son lugares naturales que generalmente se encuentran aislados, suelen presentar una reducida dimensión y contemplan elementos naturales de elevado interés científico, especímenes o poblaciones animales o vegetales amenazadas de extinción o merecedoras de medidas específicas de conservación temporal.

En la isla de El Hierro es donde único no podemos encontrar ningún Sitio de Interés Científico.



**Figura 18.9;** Sitios de Interés Científico de Canarias. (Gobierno de Canarias)

## 4. Otras figuras de protección existentes en las islas

### 4.1. Áreas de sensibilidad ecológica

Según la Ley 11/1990 de 13 de julio, de Prevención del Impacto Ecológico, las Áreas de Sensibilidad Ecológica (ASE) son *“aquellas que por sus valores naturales, culturales o paisajísticos intrínsecos, o por la fragilidad de los equilibrios ecológicos existentes o que de ellas dependan, son sensibles a la acción de factores de deterioro o susceptibles de sufrir ruptura en su equilibrio o armonía de conjunto”*. Dada su fragilidad, las actuaciones que pretendan realizarse en su entorno, sujetas a la concesión de autorización administrativa, deberán someterse al menos a una evaluación básica de impacto ecológico.

Por su parte, el Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias declara por defecto como ASE en su totalidad a los Parques Naturales, Reservas Naturales (Integrales y Especiales), Monumentos Naturales y Sitios de Interés Científico. Además, para los Parques Rurales y Paisajes Protegidos deja abierta la posibilidad de que mediante los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales o sus correspondientes instrumentos de planeamiento (Plan Rector de Uso y Gestión y Plan Especial) puedan establecer



nuevas ASE. Por último, el Texto Refundido declara como ASE determinadas zonas de Parques Rurales y Paisajes Protegidos e, incluso, zonas de territorio no declaradas como protegidas.

#### **4.2. Zonas periféricas de protección**

El Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias determina que las normas de declaración de los Espacios Naturales Protegidos podrán establecer Zonas Periféricas de Protección destinadas a evitar impactos ecológicos o paisajísticos negativos procedentes del exterior.

Además, los Parques Nacionales poseen sus respectivas Zonas Periféricas de Protección, dotada de un régimen jurídico propio destinado a proyectar los valores del Parque en su entorno y a amortiguar los impactos procedentes del exterior sobre el interior del Parque Nacional.

#### **4.3. Reservas Marinas**

En la actualidad existen tres Reservas Marinas en nuestro Archipiélago. Concretamente son La Reserva Marina Isla de La Graciosa e Islotes del Norte de Lanzarote, La Reserva Marina La Restinga- Mar de Las Calmas en El Hierro y La Reserva Marina Isla de La Palma.

En general, estos espacios han surgido a petición de las propias cofradías de pescadores y/o instituciones científicas estando gestionados conjuntamente entre la administración estatal y la autonómica con el fin de proteger los ecosistemas marinos y las especies comerciales objeto de explotación pesquera. Al igual que los Espacios Naturales Protegidos presentan una zonificación y un régimen de usos en los que las actividades de pesca tradicional y recreo, si están permitidas, deben someterse a autorización, siempre condicionadas a artes de pesca tradicionales y actividades no dañinas al medio, acotadas a determinadas épocas del año.

#### **4.4. Zonas Especiales de Conservación (ZEC)**

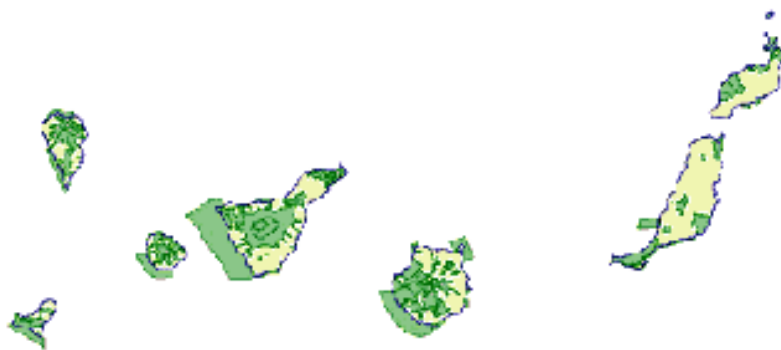
La Red Natura 2000 es una red ecológica de áreas de conservación de la biodiversidad en la Unión Europea. Su finalidad es asegurar la supervivencia a largo plazo

de las especies y los hábitats más amenazados de Europa contribuyendo a detener la pérdida de biodiversidad ocasionada por el impacto adverso de las actividades humanas. Consta de Zonas Especiales de Conservación (ZEC), designadas de acuerdo con la Directiva Hábitats así como de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) establecidas en virtud de la Directiva Aves. Esta red de espacios se fundamenta en la política de conservación de la naturaleza de la Unión Europea. Se trata del principal instrumento para la conservación de la naturaleza en la Unión Europea.

Las Zonas Especiales de Conservación, presentadas por la Directiva de Hábitats tienen por objetivo la conservación de los lugares ecológicos que sean:

- Hábitats naturales y seminaturales de interés comunitario debido a su rareza o al papel ecológico fundamental que desempeñan.
- Especies de la fauna y la flora de interés comunitario por su rareza, su valor simbólico o por el papel fundamental que poseen en el ecosistema.

A finales de 2009 se aprobó el Decreto 174/2009 por el que se declaran las Zonas Especiales de Conservación (ZEC) (BOC nº 7 de 13 de enero de 2010 ). En Canarias se han declarado 177 ZECs. Las ZECs terrestres coinciden en un 89% con los Espacios Naturales Protegidos previstos en el Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias por lo que cuentan ya con las medidas de protección recogidas en los instrumentos de planeamiento de los citados Espacios Naturales además de las establecidas en los planes de recuperación o conservación de especies.



**Figura 18.10;** Zonas Especiales de Conservación de Canarias.(Gobierno de Canarias)

#### **4.5. Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA)**

La Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) es una categoría de área protegida catalogada por los estados miembros de la Unión Europea como *zonas naturales de singular relevancia para la conservación de la avifauna amenazada*, de acuerdo con lo establecido en la directiva comunitaria 2009/147/CE. La convención parte del reconocimiento de que las aves del territorio europeo son patrimonio común y han de ser protegidas a través de una gestión homogénea que conserve sus hábitats. En las ZEPAs se prohíbe o limita la caza de aves y se regula la posible comercialización. Además, en ellas los estados están obligados a actuar para conservar las condiciones medioambientales requeridas para el descanso, reproducción y alimentación de las aves.

Actualmente, hay 43 zonas declaradas como ZEPA en la Comunidad Autónoma de Canarias.

#### **4.6. Reservas de la Biosfera**

Las Reservas de La Biosfera son “espacios declarados por la UNESCO que cuentan con una riqueza natural y cultural de relevante importancia, donde se puedan llevar a cabo estrategias de desarrollo sostenible”. Así mismo, podemos asegurar también que un requisito indispensable para su declaración es que tienen que albergar la existencia de población en su interior.

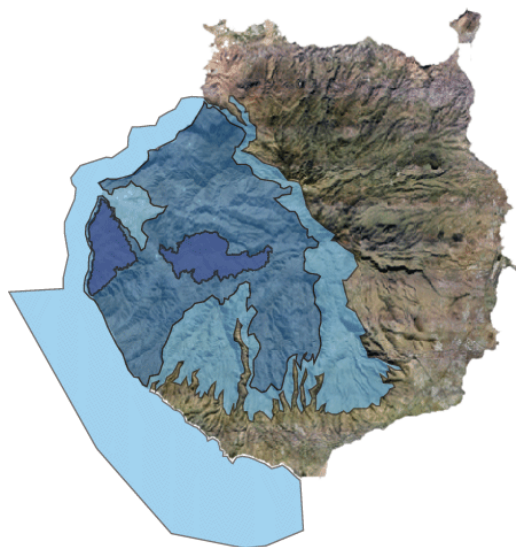
Surgieron de un proyecto de la UNESCO que tenía como objetivo conciliar la mentalidad y el uso de los recursos naturales, para incentivar el concepto de desarrollo sostenible. A raíz de ese proyecto se seleccionaron lugares geográficos denominados Reservas de La Biosfera representativos de los diferentes hábitats del planeta abarcando tanto ecosistemas terrestres como marítimos en los que conviven el uso del territorio por parte de los residentes en la zona de manera compatible con la conservación y uso racional de los recursos del mismo.

La función de estos espacios es la conservación y protección de la biodiversidad, el desarrollo económico y humano de los mismos, la investigación, la educación y el intercambio de información entre las diferentes Reservas que forman una red mundial.

De las 598 Reservas de La Biosfera existentes seis se ubican en Canarias. Se trata de la Reserva de la Biosfera de La Gomera (2012), Reserva de Fuerteventura (2009), Reserva de Gran Canaria (2005), Reserva de La Palma (2002), Reserva de El Hierro (2000), y Reserva de Lanzarote (1993).

La zonificación de estos espacios incluye varias zonas que se pasan a definir a continuación.

- **Zonas núcleo:** cuya función primordial es la conservación y protección de los recursos naturales. Para ello, es indispensable que esté protegida a través de leyes de conservación. Está compuesta por ecosistemas poco perturbados y característicos de una región del mundo. En ella sólo se permiten actividades no destructivas y que no afecten adversamente los procesos naturales del ecosistema. Esta zona debe asegurar la protección a largo plazo de la biodiversidad in situ.
- **Zonas de Amortiguación:** suelen rodear a las zonas núcleo y comprenden un territorio en el que sólo pueden llevarse a cabo actividades que contribuyan a conseguir los objetivos de la Reserva. En ellas se llevará a cabo investigaciones científicas y se fomentarán estrategias de desarrollo sostenible social y económico, de educación y de divulgación centradas en los valores de la Reserva de la Biosfera. Así mismo, podrán llevarse a cabo actividades turísticas, recreativas y actividades tradicionales.
- **Zonas de Transición:** zonas más externas de la Reserva que marcan el tránsito a las zonas más antropizadas. En ellas se fomentarán y practicarán formas de explotación sostenible de los recursos, educación ambiental e investigación.



**Figura 18.11;** Zonificación de la Reserva de La Biosfera de Gran Canaria. Fuente: Cabildo de Gran Canaria.

## **5. Nuevos Retos en la Gestión**

Como se ha visto a lo largo de todo el capítulo, la declaración de los Espacios Naturales como protegidos tiene como fin principal la protección, conservación y mejora en su caso de determinadas especies, ecosistemas, elementos geológicos, patrimonio natural y cultural, paisajes característicos y procesos esenciales entre otros. Sin embargo y, sin perder esto de vista, es innegable que nuestros Espacios Naturales Protegidos deben aportar beneficios directos a la población además de los beneficios indirectos que ya aportan de por sí.

### **5.1. Ordenación del Uso Público**

Actualmente muchas de las zonas declaradas como protegidas están siendo utilizadas por la población como zonas de esparcimiento y disfrute aprovechando el entorno natural que éstas ofrecen. Este aprovechamiento lúdico de los espacios protegidos está generando conflictos entre las administraciones gestoras y los ciudadanos al no entenderse compatible por parte de las primeras en algunas zonas concretas este uso con la finalidad de protección. Así mismo, este conflicto también lo genera la propia población usuaria al no entender que la protección es el fin principal del espacio debiendo condicionar ésta el uso que se haga del territorio.

Este conflicto sólo podrá solucionarse con unos instrumentos de planeamiento rigurosos que zonifiquen y establezcan un régimen de usos ajustado a la realidad y una correcta ordenación del uso público a llevar a cabo en los mismos de tal forma que se compatibilice por un lado la protección y mejora del espacio a la vez que permita el disfrute por parte de la población del mismo a través de las múltiples actividades de uso público de las que son objeto (senderismo, acampada, ciclismo de montaña, equitación, áreas de recreo, etc.).

Otra herramienta fundamental para poder compatibilizar la protección de los espacios con el uso recreativo de los mismos será el diseño y puesta en práctica de buenas campañas de educación ambiental dirigidas a la población en las que se resalten los valores a proteger, los fundamentos de protección y la manera correcta y compatible de disfrutar de los mismos.

## **5.2. Aprovechamientos**

Los recursos naturales existentes en nuestros Espacios Naturales Protegidos han sido tradicionalmente aprovechados por la población local. Estos aprovechamientos generalmente han sido limitados en la mayor parte de las zonas al declararse las mismas como protegidas. Sin embargo, el aprovechamiento racional de los recursos naturales no tiene por qué suponer un deterioro del Espacio Natural Protegido sino, al contrario, puede ser una manera exitosa de mantener el paisaje y el propio espacio. Para ello, vuelve a cobrar especial importancia que el instrumento de planeamiento que regule la gestión del Espacio sea dotado de una correcta zonificación, categorización de suelo y un régimen de usos lógico asociado a la misma.

Como ejemplo de lo anterior, podemos citar los aprovechamientos agrícolas tradicionales ubicados en el interior de muchos de nuestros Espacios Naturales Protegidos. Además del beneficio económico y/o doméstico que proporcionan al propietario de la explotación muchas veces contribuyen a prevenir fenómenos erosivos y a mantener paisajes tradicionales muy atractivos como es el caso de las zonas aban- caladas de medianías declaradas como protegidas. Además, en estas explotaciones agrícolas se suelen producir cultivos autóctonos de las islas contribuyéndose con ello a mantener nuestra biodiversidad agrícola. Otras ventajas que pueden generar estas explotaciones tradicionales son que, por un lado, pueden constituir ecotonos de transición muy ricos ecológicamente entre diferentes formaciones naturales, y por otro, la ordenación de combustible forestal para la prevención de incendios forestales en el caso de que se integren entre zonas de matorral, arbustivas o arbo- ladas.

Otros aprovechamientos minoritarios que han cogido mucho auge en nuestros Es- pacios Naturales Protegidos en los últimos años son la recolección de plantas aro- máticas y, sobre todo, el aprovechamiento micológico. Actualmente, es importantísi- mo el volumen de aprovechamiento que está llevándose a cabo por los recolectores de estas especies al constituir la recogida en sí un atractivo social y familiar además de suponer una importante fuente de ingresos estacional. Sin embargo, más allá de que en algunos instrumentos de planeamiento se limite la cantidad máxima a re- coger por persona al día, cada vez se hace más necesaria una normativa específica que regule estos aprovechamientos limitando no sólo la cantidad a recoger sino definiendo las especies aprovechables, técnicas de recolección, épocas y demás as- pectos de cara a asegurar una correcta explotación de las diferentes especies y su conservación.

Por último, otro gran dilema al que se enfrentan los gestores de los diferentes Espacios Naturales Protegidos es compatibilizar el aprovechamiento cinegético con la conservación del propio espacio. Así, hay muchas zonas de Espacios Naturales Protegidos en las que el aprovechamiento cinegético no está permitido en las cuales hay incrementos de la población de especies cinegéticas (sobre todo del conejo) que pueden causar severos daños a la vegetación del espacio. Por otro lado, hay zonas en las que se puede hablar de sobreexplotación de la caza menor. Estos dos extremos permiten concluir que la orden anual de caza que aprueba la Administración debe basarse en censos y estudios sanitarios previos y realistas que permitan regular las poblaciones cinegéticas en uno u otro sentido pudiendo prohibirse la caza en aquellas zonas en las que las poblaciones sean escasas y permitiendo tal actividad en aquellas zonas en las que el número de individuos alcance niveles dañinos para el entorno articulando la actividad cinegética no como actividad deportiva sino como herramienta de control de las poblaciones.

### **5.3. Control de Especies Invasoras**

Canarias presenta unas condiciones ecológicas y climáticas muy diversas que han contribuido, junto a su realidad insular a que muchas de las especies sean endémicas de nuestro Archipiélago. Pero precisamente esta diversidad propicia que muchas especies exóticas se hayan introducido voluntaria o involuntariamente por parte del hombre en nuestro territorio. Algunas de estas especies introducidas han tenido en nuestro Archipiélago un comportamiento invasor muy agresivo lo que está ocasionando daños ecológicos a nuestros ecosistemas e incluso económicos al conjunto de la sociedad canaria.

Como parte de nuestro territorio que son, los Espacios Naturales Protegidos no están exentos del efecto de las especies de flora y fauna invasora. Pese a que la totalidad de los instrumentos de planeamiento de los ENP prohíben expresamente la introducción de especies exóticas, la mayor parte de ellos no incluyen programas de erradicación de especies invasoras acotados en tiempo y dotados de asignación económica para ello.

### **5.4. Aporte de beneficios a propietarios**

En la actualidad la mayor parte de los propietarios de los Espacios Naturales Protegidos, ya sean administraciones o particulares, no reciben beneficio directo alguno por el hecho de poseer terrenos declarados protegidos. Además, las declaraciones



de protección suelen llevar aparejadas la prohibición de determinados usos y/o tener que llevar a cabo una serie de medidas correctoras y protectoras generalmente costosas para poderlos llevar a cabo.

En algunos países europeos esta limitación conlleva una valoración económica derivada de la limitación de usos la cual se traduce en la recepción por parte del propietario de una prima compensatoria por ello.

En este sentido, tampoco repercute en el propietario los beneficios indirectos globales que está generando y aportando al conjunto de la sociedad tales como la captación de agua, prevención de la erosión, conservación de la biodiversidad, etc. Actualmente hay métodos que permiten valorar económicamente estos beneficios lo que debería implicar llevar a cabo una reflexión por parte de las administraciones encargadas de declarar los Espacios Naturales Protegidos y su planificación. Una interesante iniciativa en este sentido, es la que ha llevado a cabo un colegio profesional junto al Ministerio de Medio Ambiente por el que se ha estimado la tasa de fijación de CO<sub>2</sub> de las diferentes especies vegetales. Ello ha permitido fijar una tasa de fijación para cada formación vegetal por hectárea que ha desembocado en la propuesta de un abono por tonelada CO<sub>2</sub> fijada para el propietario del terreno lo que, sin duda, constituye un aliciente no sólo para el mantenimiento del terreno protegido sino para su incremento y mejora.

El propio Texto Refundido en su artículo 247 establece, con el fin de contribuir al mantenimiento de los Espacios Naturales Protegidos y compensar socioeconómicamente a las poblaciones locales asentadas, declara las denominadas Áreas de Influencia Socioeconómica. Éstas se constituyen por el conjunto de los términos municipales donde se encuentre ubicado un Parque Natural o Rural y su Zona Periférica de Protección.

En dichas áreas el Gobierno de Canarias debe promover, de acuerdo con las disponibilidades presupuestarias, la realización de obras de infraestructura y equipamientos que contribuyan a la mejora de las condiciones de vida de los habitantes del Área y de las posibilidades de acogida y estancia de los visitantes, propiciando el desarrollo de actividades tradicionales y fomentando otras compatibles con la finalidad de protección de la categoría de que se trate. Por estos motivos, se prevé la concesión de ayudas y subvenciones a los Ayuntamientos incluidos dentro del ámbito del Área Socioeconómica.

Pese a que esta figura existe y se llevan a cabo actuaciones en base a la misma, sigue siendo una asignatura pendiente la compensación a los propietarios de los terre-

nos protegidos de los numerosos beneficios tangibles e intangibles que generan al conjunto de la población.

### **Bibliografía consultada y referencias**

- MARTÍN ESQUIVEL, J.L. et al. (1995): *“La Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos”*. Gobierno de Canarias. Consejería de Política Territorial.
- VARIOS: *“Legislación Canaria del Suelo y El Medio Ambiente”*. Gobierno de Canarias. Consejería de Política Territorial.
- FERNÁNDEZ PALACIOS, J.M. et al. (2001): *“Naturaleza de las Islas Canarias. Ecología y Conservación”*. Publicaciones Turquesa.
- BACALLADO, J.J. (2001): *“Canarias. Parques Nacionales”*. Publicaciones Turquesa.
- FERNÁNDEZ, A. et al (2004): “Parque Nacional de Garajonay. Patrimonio de la Humanidad”. Publicaciones Turquesa.
- DURBÁN, M. y Otros (2006): *“El Teide Parque Nacional”*. Lunwerg Editores.
- CEBALLOS, L., ORTUÑO, F. (1976): “Vegetación y Flora Forestal de las Canarias Occidentales”. Cabildo de Tenerife.
- MARTÍN RUIZ, J.F. (2001): *“Geografía de Canarias. Sociedad y Medio Natural”*. Cabildo de Gran Canaria.
- EXPÓSITO SUÁREZ, M. et al. (1998): *“La Cultura del Agua en Canarias”*. Gobierno de Canarias. Consejería de Educación, Cultura y Deportes.
- MONEDERO ANDRÉS, A.M. y Otros (2010): *“Catálogos de Montes de Utilidad Pública de Canarias”*. Gobierno de Canarias. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial.
- Decreto Legislativo 1/2000, de 8 de mayo, por el que se aprueba el Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias.*
- Ley 43/2003, de 21 de Noviembre de Montes.*
- Ley 5/2007, de 3 de abril, de la Red de Parques Nacionales.*
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.*

# Certificación forestal

Inés Calzada Álvarez

## 1. Introducción

La relación entre el hombre y el bosque siempre ha sido estrecha. A lo largo de toda su historia las personas han ido aprendiendo a conocer los bosques con el fin de adaptar el manejo que han hecho de éstos y poder así obtener y preservar los beneficios que les prestaban. Como resultado de ese cambiante manejo, los bosques por su parte han ido también experimentando cambios tanto en su extensión, como estado y forma.

La importancia que tiene la gestión forestal sobre el estado y el futuro de los bosques, así como sobre la preservación de éstos y de los beneficios que aportan a las personas se evidencia por ejemplo de manera clara en la discusión internacional en torno al cambio climático.

Los bosques ocupan actualmente un lugar principal en las agendas internacionales debido al importante papel que juegan en el ciclo del carbono. Así, hay un claro consenso global en la necesidad de evitar la deforestación para reducir las emisiones de carbono resultantes de ésta, como también se considera preciso crear nuevas superficies arboladas para lograr una mayor fijación de carbono a través de éstas. Pero también el manejo de los bosques, su gestión, ocupa un lugar destacado en la discusión global al más alto nivel. Y es que tan sólo a través de una buena gestión de los bosques puede asegurarse el cumplimiento de sus funciones en el futu-

ro, evitar emisiones derivadas de la degradación del bosque y fijar mayor cantidad de carbono a través de la restauración y mejora de las zonas boscosas.

Los próximos apartados se centrarán en dar una visión general de la evolución y actualidad de la gestión forestal, así como de la función que la certificación forestal cumple en este contexto. Primeramente se tratarán estos temas a nivel más general conformándose así el contexto en el que posteriormente se abordarán para el ámbito de Canarias.

## **2. Evolución de la gestión forestal y la ordenación de montes**

### **2.1. La evolución general**

La **gestión forestal** implica una serie de actividades y prácticas que se desarrollan en torno a los bosques con el fin de alcanzar unos objetivos que, a lo largo de la historia, han ido variando en función de las cambiantes demandas de la sociedad hacia los bosques.

Durante siglos, desde la Europa medieval hasta bien entrada la segunda mitad del siglo XX, la sociedad europea demandaba grandes cantidades de leña para abastecerse de combustible, así como también madera de sierra para la construcción y fabricación de los más diversos productos. Es por esto que durante todo ese periodo de tiempo el objetivo fundamental que se persiguió en la gestión de los bosques europeos fue la producción de madera (Prieto *et al.*, 2008).

Para alcanzar dicho objetivo, el sistema desarrollado inicialmente para aplicar la gestión forestal fue la **ordenación de montes**, que se encargaba de organizar el monte de tal manera que se asegurase la persistencia de las masas forestales y con ello el deseado abastecimiento continuado de madera. Desde los inicios de la ordenación forestal, la planificación a largo plazo representó un elemento fundamental en los llamados **planes de ordenación**.

Con la introducción de los combustibles fósiles en el siglo XX se dejó de depender de los bosques como suministradores de combustible. De esta manera a partir de los años 70 del pasado siglo, las demandas de la sociedad respecto a los bosques fueron cambiando poco a poco. La función productiva dejó de ser la única y fundamental, mientras otras fueron ganando protagonismo. Así, las funciones protectora

(regulación del ciclo hidrológico, protección y retención del suelo, conservación de la biodiversidad), socioeconómica (valor cultural, espiritual, paisajístico, recreativo y la generación de empleo y productos) y ambiental (regulación del clima local y fijación de dióxido de carbono) de los bosques pasaron a formar parte de los objetivos de la gestión forestal.

Con la evolución de los objetivos de la gestión cambiaron también los métodos aplicados para alcanzarlos, dando paso la ordenación forestal clásica a la ordenación forestal multifuncional. La ordenación forestal dejó de consistir por tanto básicamente en la manera de organizar los montes para producir madera de manera continuada y pasó a analizar los diferentes usos y funciones del bosque, definir las restricciones y potencialidades de cada una de ellas, así como sus interacciones, y establecer las acciones necesarias para lograr la compatibilidad de su conjunto.

Coincidiendo con este cambio en la percepción de los bosques por parte de la sociedad surgió el concepto de sustentabilidad del ecosistema y el de **gestión forestal sostenible**.

Fue en 1992, en la Conferencia de Naciones Unidas de Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD) celebrada en Río de Janeiro, cuando se establecieron los principios para la gestión forestal sostenible como contribución al desarrollo sostenible. La estrecha relación entre gestión y ordenación forestal queda patente en el hecho de que en inglés se utiliza el mismo término, “forest management”, para ambos conceptos.

Actualmente es aceptada a nivel global la definición de “ordenación forestal sostenible” que divulga la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Según ésta la ordenación forestal sostenible “tiene como objeto asegurar que todos los bienes y servicios derivados del bosque satisfagan las necesidades de hoy, a la vez que aseguren su disponibilidad y contribución continuadas a largo plazo”. Y además se han establecido por consenso intergubernamental 7 elementos temáticos que son considerados componentes esenciales de la gestión forestal sostenible. Estos se detallan en la Tabla 19.1.

**Tabla 19.1;** Los 7 elementos temáticos de la ordenación sostenible de los bosques (FAO, 2011)

<b>1. Alcance de los recursos forestales</b>
Tener una cubierta forestal y existencias importantes que favorezcan las dimensiones sociales, económicas y medioambientales de la silvicultura.
<b>2. Biodiversidad</b>
Conservar y ordenar la diversidad biológica a nivel de ecosistemas, especies y genes. Esto comprende tanto proteger zonas con ecosistemas frágiles, como garantizar el mantenimiento de la diversidad de la vida o mejorar en la reproducción genética para mejorar la productividad forestal en bosques con manejo intensivo.
<b>3. Sanidad forestal y vitalidad</b>
Reducir al mínimo los riesgos y los efectos de las alteraciones no deseadas, entre ellas, los incendios forestales, la contaminación atmosférica, la corta producida por las tormentas, las especies invasoras, las plagas, las enfermedades y los insectos. Estas alteraciones pueden causar efectos negativos en la dimensión social, económica y medioambiental del sector forestal.
<b>4. Funciones productivas de los recursos forestales</b>
Mantener un elevado suministro de productos forestales primarios (tanto madereros como no madereros), a la vez que se garantice que la producción y el aprovechamiento sean sostenibles y no comprometan las opciones de ordenación de las generaciones futuras.
<b>5. Funciones de protección de los recursos forestales</b>
Mantener el agua limpia, incluyendo la población íctica saludable, y reducir los riesgos de los efectos negativos de inundaciones, avalanchas, erosión y sequías.
<b>6. Funciones socioeconómicas</b>
Contribuir a través de los recursos forestales a la economía en su conjunto como la creación de empleo, los valores generados por medio de los procesos de elaboración y comercialización de los productos forestales y de la energía, así como el comercio e inversiones en el sector forestal.
Implica también asegurar la importante función de los bosques para albergar y proteger sitios y paisajes de elevado valor cultural, espiritual y recreativo.
<b>7. Marco jurídico, político e institucional</b>
Aplicar los acuerdos jurídicos, políticos e institucionales necesarios para favorecer los seis temas anteriores, entre otros mediante la adopción de decisiones participativas, la gobernanza, la observancia de la ley y la vigilancia y evaluación de los progresos realizados.
Esto incluye además la utilización justa y equitativa de los recursos forestales, la investigación científica y la enseñanza, la disposición de infraestructura para apoyar el sector forestal, la transferencia de tecnología y la creación de capacidades y la comunicación e información públicas.

Paralelamente al concepto de gestión forestal sostenible ha surgido en las últimas décadas el de **gestión ecosistémica**, que se caracteriza por un enfoque integral en la conservación y uso sostenible de la biodiversidad y sus componentes en todo tipo de ecosistemas. Considerando la salvedad de que el primero se refiere a un único tipo de ecosistema -el bosque-, ambos conceptos son casi idénticos en sus objetivos si bien sus orígenes son muy diferentes. La gestión forestal sostenible surgió de la voluntad de preservar los diferentes usos o funciones del bosque, mientras que la gestión ecosistémica surgió con el propósito de conservar la biodiversidad.

Una modalidad de la gestión forestal sostenible y la gestión ecosistémica es la **gestión adaptativa**, que concibe la gestión como un proceso que incluye no sólo la planificación y ejecución de actuaciones, sino que tiene además un importante componente de seguimiento y evaluación de la gestión con el fin de aprender de la experiencia y retroalimentar la gestión para su mejora continua.



**Figura 19.1;** Proceso de gestión. Elaboración propia

## **2.2. La evolución en Canarias**

Tal como ocurrió a nivel global, en Canarias los objetivos de la gestión forestal experimentaron a lo largo de su historia una evolución similar.

Durante siglos y de manera especialmente intensa **tras la conquista** de las islas, los bosques canarios se explotaron como **principal fuente de productos primarios**. De ellos se extraían madera y leñas, se producía carbón y pez, se aprovechaba la pinocha y la hojarasca, se obtenía forraje y rama picada para las camas de ganado e incluso se les convirtió en lugar habitual de pastoreo para los ganados.

Con frecuencia se trató de imponer con escaso éxito un control de la actividad extractiva y tan sólo en algunos casos las ordenanzas de prohibición de talas sí lograron preservar el bosque, como fue por ejemplo el caso del pinar de la Caldera de Taburiente. La administración de los bosques canarios careció por tanto de forma generalizada de una visión a largo plazo y no se llevó a cabo una ordenación de los montes que asegurase su persistencia y aprovechamiento continuado.

Esta situación derivó en la pérdida y deterioro de extensas superficies de bosque en todas las islas, llegándose a situaciones de preocupante deforestación como en el caso de Gran Canaria.

Fue **a partir de la década de los años 50**, con la introducción de los combustibles fósiles, cuando **la función productiva** del bosque **comenzó a perder peso** y la alta presión sobre éste fue disminuyendo.

Los diferentes tipos de bosque de Canarias respondieron a la nueva situación de manera diferente en función del grado de deterioro que presentaban y de su propia dinámica de regeneración. Así, el monteverde y la laurisilva rebrotaron de las cepas remanentes en cuanto la presión sobre éstos cesó, mientras el pinar canario por su parte se extendió sin dificultad por medio de la regeneración natural. El bosque termófilo, sin embargo, se vio excesivamente mermado y su capacidad de recuperación resultó muy escasa.

En cuanto a la gestión forestal, ésta se limitó desde los años 40 del siglo XX hasta principios de los años 80 a llevar a cabo **extensas repoblaciones de pino** en las islas centrales y occidentales principalmente. El objetivo de estas plantaciones fue por una parte la producción de madera, aunque también la retención de suelo y la recarga del acuífero habían comenzado a convertirse en una preocupación y cons-



tituyeron un motivo adicional a la hora de llevar a cabo las repoblaciones. En muchos casos se incluyeron junto con el pino canario especies foráneas como el pino radiata (principalmente en Tenerife).

Por otra parte en las últimas décadas del siglo XX y como consecuencia de la situación de deterioro en la que se encuentran los bosques y el rápido crecimiento urbanístico en las islas, surge una importante **corriente de conservación** de los ecosistemas y elementos naturales de Canarias. Como resultado, en 1987 se declara un conjunto de **espacios naturales protegidos** que en la actualidad alberga aproximadamente el 80% de los bosques canarios.

Así, las masas forestales de las islas están actualmente muy ligadas a objetivos de conservación, si bien la gestión forestal busca la compatibilización de las distintas funciones de los bosques, incluyendo también la socioeconómica y productiva, además de la protectora y la ambiental.

La gestión forestal realizada en las diferentes islas persigue esencialmente unos **objetivos comunes**, tal como se desprende de las **líneas de actuación** que han caracterizado la gestión de los bosques en las islas **desde mediados de los años 90** hasta la actualidad. Estas líneas de actuación consisten fundamentalmente en:

- 1) Mejora y naturalización de masas repobladas de pino canario: Claras sucesivas con altos porcentajes de reducción de pies con el fin de fomentar la regeneración natural, heterogeneizar las masas y dinamizarlas.
- 2) Transformación de masas alóctonas en formaciones autóctonas potenciales: Aclareos graduales de masas alóctonas para la puesta en luz de especies autóctonas presentes en el sotobosque o para la repoblación bajo cubierta con especies autóctonas potenciales, así como cortas a hecho de las masas alóctonas con posteriores repoblaciones con especies autóctonas potenciales.
- 3) Mejora de masas de laurisilva: Conversión de monte bajo a monte alto mediante resalveo y enriquecimiento de especies.
- 4) Restauración forestal: Repoblaciones con especies autóctonas potenciales en zonas deforestadas.
- 5) Aprovechamiento de los recursos forestales: Aprovechamiento de madera, varas, leña, rama verde, setas, pinocha etc. compatibilizándolo con los demás objetivos de gestión e incluso reforzándolos en muchos de los casos.

- 6) Defensa contra la erosión: Creación de infraestructuras hidrológicas como al-barradas y diques para la retención de suelo, freno de la erosión y laminación de los caudales de agua.
- 7) Infraestructuras de gestión y de uso público: Creación y mantenimiento de infraestructuras de soporte para la gestión, infraestructura viaria y de comunicación, zonas de uso público, etc.
- 8) Prevención contra incendios: Creación y mantenimiento de fajas auxiliares y, en general, zonas de baja carga de combustible en torno a áreas recreativas, pistas, carreteras u otras zonas estratégicas, así como creación de cortafuegos en algunas de las islas (La Palma, Tenerife y El Hierro).
- 9) Vigilancia y extinción de incendios: Infraestructura y dispositivo de vigilancia y extinción, además de medidas preventivas como las quemas controladas.

Puede afirmarse que a día de hoy la gestión forestal en Canarias **cumple en gran medida con** los elementos fundamentales de **la ordenación sostenible** de los bosques tal como se describen en la Tabla 1. Sin embargo la gestión que se realiza actualmente presenta aún **algunos puntos débiles** en aspectos fundamentales como son la planificación estratégica, el seguimiento y evaluación de la gestión, la comunicación e información públicas, el manejo de los bosques desde una visión integral y la potenciación de la función socioeconómica.

Todas las actuaciones descritas se han venido desarrollando en las islas en la mayoría de los casos sin haberse llevado a cabo una ordenación de los montes o planificación estratégica. Éstas se han basado primordialmente en lo dispuesto en los diferentes planes de ordenación de espacios naturales protegidos y en parte, como en el caso de Tenerife, se han enmarcado también dentro de planes anuales de aprovechamiento. Los planes de ordenación de espacios naturales resultan sin embargo insuficientes en muchos casos como herramienta para la gestión forestal ya que se limitan a definir los objetivos generales, así como, a grandes trazos, las líneas de actuación a realizar en las masas forestales. Los planes anuales de aprovechamiento por su parte carecen de una planificación a mayor escala que permita planificar con mayor perspectiva.

Tan sólo en la isla de Gran Canaria se ha llevado a cabo la ordenación forestal de una parte de sus montes. Hasta el momento 6.073 hectáreas de montes públicos y 557 ha de montes particulares consorciados de la isla cuentan con un plan de gestión con un periodo de vigencia de 15 años. En ellos se definen los objetivos generales y específicos para ese periodo y se establecen actuaciones a desarrollar para alcanzarlos. Asimismo

se definen las condiciones y términos en los que deben llevarse a cabo las actuaciones y se describen los procesos necesarios para realizar las distintas tareas de la gestión.

Aún así, estos planes de ordenación son tan sólo uno de los diferentes elementos que componen el proceso de gestión que permite avanzar hacia una gestión forestal eficaz y sostenible. Tal como se mostrará a continuación todos los elementos necesarios para lograr una gestión sostenible se recogen entre los requisitos establecidos por los llamados sistemas de certificación forestal.

### 3. La certificación forestal como garantía de la gestión forestal sostenible

La certificación forestal surgió como un instrumento para garantizar la gestión sostenible de los bosques. Los sistemas de certificación forestal son procedimientos a los que los gestores o propietarios de bosques se someten voluntariamente con la finalidad de acreditar que la gestión forestal que realizan cumple con unos requisitos de gestión sostenible preestablecidos. Adicionalmente, la certificación de la cadena de custodia garantiza que los productos forestales que cuentan con ella provienen de bosques certificados y están por tanto gestionados según criterios de sostenibilidad.

Si bien existe una gran cantidad de sellos de certificación forestal, se trata en su mayoría de sistemas regionales o nacionales. Tan sólo dos sistemas de certificación son relevantes a nivel global:

- FSC (Forest Stewardship Council - Consejo de Manejo Forestal)
- PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification – Programa de Reconocimiento de Sistemas de Certificación Forestal).



**Figura 19.2;** Logotipos de los principales sellos de certificación forestal: FSC y PEFC (FSC, 2011; PEFC, 2011).

### **3.1. Origen de los sistemas de certificación**

Ambos sistemas están representados por entidades no gubernamentales sin ánimo de lucro. Se centran en principios de gestión forestal sostenible muy similares, si bien cada uno de ellos tiene su origen en planteamientos e intereses muy diferentes.

El **FSC** nació poco después de la Cumbre de Río de 1992 retomando la política de desarrollo sostenible establecida en ésta y en el contexto de preocupación mundial surgida en los años 80 en torno a la alarmante deforestación de las selvas tropicales. Inicialmente el foco de este sello se centró en distinguir el buen manejo de los bosques tropicales frente a las prácticas de deforestación tropical; sin embargo la globalización de sus requisitos de sostenibilidad ha evolucionado de tal manera que actualmente la mayor parte de los bosques certificados con el sello FSC no se encuentra en países tropicales, sino en países del norte.

El FSC está compuesto por muy diversos actores del sector forestal agrupados en tres cámaras: económica, social y ambiental. Aún así las ONGs ambientalistas juegan un papel de especial relevancia en la organización y son las promotoras del sello.

En este sistema la certificación es otorgada por entidades independientes que son acreditadas para ello por el propio FSC. El control de la gestión y de la cadena de custodia de cada empresa certificada es realizado por las entidades certificadoras independientes a través de auditorías anuales.

El **PEFC** por su parte surgió en el año 1999 de la mano del sector privado europeo. Su intención es demostrar a través de este sello que sus productos provienen de fuentes sustentables y lograr así un mejor posicionamiento en el mercado. A pesar de haber tenido su origen en Europa Central, actualmente PEFC se ha extendido ampliamente a nivel mundial.

Si bien el PEFC está compuesto principalmente por gestores, propietarios e industrias forestales, está abierto a la participación de asociaciones, consumidores y ONGs interesadas en la gestión forestal sostenible.

En el sistema PEFC las entidades certificadoras son ajenas e independientes a PEFC y son acreditadas por un organismo también independiente, que en el caso de España es la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC). PEFC se limita a establecer el sistema de certificación y las normas, así como establecer los requisitos formati-

vos imprescindibles para los auditores. También en este caso se realizan auditorías anuales de control de la gestión, así como de la cadena de custodia.

### **3.2. Principios y requisitos de los sistemas de certificación**

Los dos sellos de certificación cuentan con **principios básicos de sostenibilidad**. Y también ambos sistemas han desarrollado indicadores y umbrales específicos a escala local o regional que permiten ajustar los principios generales a las diferentes realidades locales.

La misión del **FSC** es promover la gestión forestal ambientalmente responsable, socialmente beneficiosa y económicamente viable en los bosques de todo el mundo. Este sistema de certificación se rige por 10 principios fundamentales:

- 1) Observación de las leyes y los principios FSC:** El manejo forestal deberá respetar todas las leyes nacionales, los tratados y acuerdos internacionales de los que el país es signatario, y deberá cumplir con todos los Principios y Criterios del FSC.
- 2) Derechos y responsabilidades de tenencia y uso:** La tenencia y los derechos de uso a largo plazo sobre la tierra y los recursos forestales, deberán estar claramente definidos, documentados y legalmente establecidos.
- 3) Derechos de los pueblos indígenas:** Los derechos legales y consuetudinarios de los pueblos indígenas para poseer, usar y manejar sus tierras, territorios y recursos deberán ser reconocidos y respetados.
- 4) Relaciones comunales y derechos de los trabajadores:** El manejo forestal deberá mantener o elevar el bienestar social y económico a largo plazo de los trabajadores forestales y de las comunidades locales.
- 5) Beneficios del bosque:** El manejo forestal deberá promover el uso eficiente de los múltiples productos y servicios del bosque para asegurar la viabilidad económica y una gama amplia de beneficios ambientales y sociales.
- 6) Impacto ambiental:** Todo manejo forestal deberá conservar la diversidad biológica y sus valores asociados, los recursos de agua, los suelos, y los ecosiste-

mas frágiles y únicos, además de los paisajes. Al realizar estos objetivos, las funciones ecológicas y la integridad del bosque podrán ser mantenidas.

- 7) **Plan de Manejo:** Un plan de manejo – de acuerdo a la escala y a la intensidad de las operaciones propuestas – deberá ser escrito, implementado y actualizado. En el mismo se deberán establecer claramente los objetivos del manejo, y los medios para lograr estos objetivos.
- 8) **Monitoreo y evaluación:** Deberán evaluarse – de acuerdo a la escala y a la intensidad del manejo forestal – la condición del bosque, el rendimiento de los productos forestales, la cadena de custodia, y la actividad del manejo y sus impactos sociales y ambientales.
- 9) **Mantenimiento de bosques con alto valor de conservación:** Las actividades de manejo en bosques con alto valor de conservación mantendrán o incrementarán los atributos que definen a dichos bosques. Las decisiones referentes a los bosques con alto valor de conservación deberán tomarse siempre dentro del contexto de un enfoque precautorio.
- 10) **Plantaciones:** Si bien las plantaciones pueden proporcionar un arreglo de beneficios sociales y económicos y pueden contribuir en la satisfacción de las necesidades de productos forestales del mundo, éstas deberán complementar el manejo de los bosques naturales, reducir la presión sobre ellos y promover la restauración y conservación de los mismos.

Por su parte, el sistema de certificación **PEFC** “promueve la gestión sostenible de los bosques para conseguir un equilibrio social, económico y medioambiental de los mismos. Su objetivo es asegurar que los bosques del mundo sean gestionados de forma responsable, y que su multitud de funciones estén protegidas para generaciones presentes y futuras.” (PEFC, 2011). Sus principios se basan en los criterios acordados en las conferencias europeas interministeriales sobre protección de bosques de Helsinki (1993) y Lisboa (1998):

- 1) Mantenimiento y desarrollo de los recursos forestales y de su contribución a los ciclos globales del carbono.
- 2) Mantenimiento de la vitalidad y salud de las plantaciones forestales.
- 3) Mantenimiento y revalorización de las **funciones productivas de los bosques**.

- 4) Mantenimiento, conservación y desarrollo de la **diversidad biológica**.
- 5) Mantenimiento y desarrollo apropiado de las **funciones de protección** en el sector forestal.
- 6) Mantenimiento de las demás **funciones y condiciones socioeconómicas** que brinda el bosque al conjunto de la sociedad.

### 3.3. Comparación de ambos sistemas de certificación

Los principios fundamentales y universales que rigen ambos sistemas de certificación son muy similares, sin embargo ambos sistemas se diferencian en muchos aspectos técnicos y de organización e implementación, por lo que se hace difícil una comparación objetiva y en profundidad. En la Tabla 2 se muestran algunas diferencias entre ambos sistemas de certificación en relación con algunos aspectos.

**Tabla 19.2;** Diferencias entre sistemas de certificación FSC y PEFC. Elaboración propia.

	FSC	PEFC
ORIGEN	Lucha contra la deforestación tropical	Demostrar origen sustentable de los productos
PROMOTORES	ONGs ambientalistas	Sector privado
TOMA DE DECISIONES	3 cámaras: ambiental, social y económica; a nivel internacional y nacional	No se asegura el equilibrio entre sectores y éste varía según nivel
ESTRUCTURA	Centralizada	Descentralizada
ESTÁNDARES	Internacional, Nacional, Interinos (de entidades certificadoras)	Internacional, Nacional, Regional

En el principal análisis comparativo de ambos sistemas que se ha llevado a cabo hasta el momento se ha evaluado cada uno de ellos respecto al cumplimiento de los criterios incluidos en la Guía del Banco Mundial para la Evaluación de los Sistemas de Certificación (Forest Certification Assessment Guide, FCAG). Como resultado dicho análisis identifica como principales aspectos a considerar los siguientes (Walter, 2006):

- PEFC no contaba entonces con un estándar internacional marco y aunque ahora sí tiene uno, está formado por criterios bastante generales. Tiene así una estructura flexible y descentralizada que permite adaptar el sistema PEFC a las particularidades de cada país. Pero esta descentralización deriva también en que los sistemas nacionales adopten un amplio rango de diferentes enfoques en el desarrollo del estándar y la propia certificación, llegándose a producir diferencias considerables en los requisitos exigidos por los distintos esquemas nacionales de PEFC.
- Por otra parte en el sistema PEFC no se asegura de igual manera que en FSC una amplia participación de los grupos de interés y una toma de decisiones equilibrada.
- FSC tiene una estructura centralizada; cuenta con un estándar internacional que define los principios y criterios de aplicación que posteriormente se adaptan a las diferentes realidades locales mediante el desarrollo de estándares nacionales específicos. Sin embargo en países donde aún no se han desarrollado estándares nacionales FSC, este sistema otorga certificados a través de la utilización de los llamados estándares interinos desarrollados por las entidades de certificación independientes de FSC y que no siguen las directrices definidas en la FCAG para la adaptación a nivel local de los estándares marco internacionales.

Así como diferentes son sus orígenes y los principales grupos de interés de cada uno de los sistemas de certificación, lo son también los sectores de la sociedad interesados en cada uno de ellos. Los propietarios, gestores o industriales se ven obligados a decidirse por una estrategia técnica y comercial que, en la mayor parte de los casos descarta a la mitad de los proveedores y clientes del mercado, que se encuentra dividido entre partidarios del FSC y del PEFC (Sánchez, 2003).

#### **4. La certificación forestal en cifras**

**A nivel global** en 2010 se contabilizó un total de **350 millones de hectáreas certificadas**, lo cual supone apenas un 9% de la superficie total de bosques en el mundo (FAO, 2011). De éstas, dos terceras partes están certificadas a través del sistema PEFC.



**Tabla 19.3:** Cifras de certificación FSC y PEFC en el mundo (FSC, 2011; PEFC, 2011)

	FSC	PEFC
Superficie de bosque certificada (hectáreas)	143 Mill	233 Mill
Gestores forestales certificados	1.044	497.031
Nº de países	81	28
Empresas con certificación de Cadena de Custodia	20.529	8.000

En **España** la certificación forestal comenzó en 2002 con el sistema de PEFC. Un año después también FSC otorgó su primer certificado a la gestión sostenible y lo hizo precisamente en Canarias. La superficie de bosque y las empresas certificadas han ido aumentando desde entonces y la demanda de madera certificada sigue creciendo tanto a nivel nacional como mundial (Confemadera, 2010). Las cifras actuales de superficie y empresas certificadas en España se muestran en la Tabla 19.4.

**Tabla 19.4:** Cifras de certificación FSC y PEFC en España (FSC, 2011; PEFC, 2011)

	FSC	PEFC
Superficie de bosque certificada (hectáreas)	140.152	<b>1.357.786</b>
Gestores forestales certificados	21	2.991
Empresas con certificación de Cadena de Custodia	337	705

En **Canarias**, hay **6.624 hectáreas** de superficie certificada por **FSC**, la cual representa un 5% de la superficie total arbolada de las islas.

## 5. Los beneficios de la certificación forestal

Los beneficios que la certificación ofrece al conjunto de la sociedad en términos ambientales, sociales y de sostenibilidad son, tal como se ha visto, numerosos y muy diversos.

Sin embargo, estos beneficios no serían en gran medida posibles si la certificación no implicase también de algún modo un beneficio económico para las empresas y entidades que los obtienen. Así, en general, el principal beneficio que obtienen las empresas o entidades de la certificación forestal de sus bosques o empresas es el acceso de sus productos forestales a los mercados de países desarrollados como Estados Unidos o Europa, donde la demanda de productos certificados es grande y se encuentra en continuo aumento.

Por otra parte, si bien el precio de los productos certificados no suele ser considerablemente mayor que el de los productos no certificados, a los productores de países en desarrollo el sello de certificación les permite vender sus productos en países donde el precio de éstos es en general bastante más alto que en los países de origen.

Pero además, como reflejará el caso de la certificación FSC en Canarias, ésta puede aportar otro tipo de beneficios muy diferentes.

## 6. Certificación forestal en Canarias

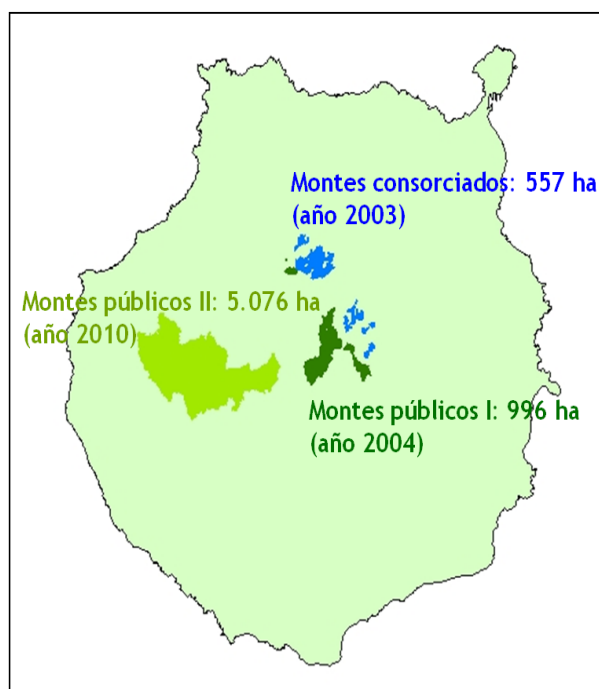
En **Canarias** hay actualmente un único caso de certificación forestal en la isla de Gran Canaria. El Cabildo de esta isla ha apostado por la gestión sostenible y adaptativa de los montes insulares y su reconocimiento a través de la certificación forestal FSC.

Esta entidad obtuvo en 2003 el **primer certificado FSC** a la gestión forestal otorgado **en España**. Se trató entonces de montes particulares consorciados con cuya certificación se buscaba dinamizar la relación entre la administración y los propietarios y avanzar hacia una mejor relación de colaboración en beneficio de ambas partes. Poco después se amplió la superficie certificada con la inclusión de un grupo de montes públicos situados en la cumbre central de la isla. Se trató también en esta ocasión de bosques de repoblación que junto a los anteriores cumplen un papel fundamental en la protección del suelo y la biodiversidad, representan parte funda-

mental del paisaje insular y ejercen una importante función de cara al uso recreativo. La gestión llevada a cabo en estos montes compatibiliza estas diversas funciones con el objetivo de naturalización de las masas de repoblación.

Por último en 2010 la entidad insular quiso reforzar su compromiso ampliando considerablemente la superficie forestal certificada con montes públicos de un valor natural excepcional como son los de la zona de Inagua, que contienen la Reserva Natural Integral de mismo nombre. Estos pinares de origen natural albergan gran cantidad de pinos centenarios, numerosos endemismos de flora locales y han sido durante muchos años el único refugio del pinzón azul de Gran Canaria, especie en peligro de extinción.

Actualmente la zona forestal certificada en Gran Canaria asciende a más de 6.600 ha que se encuentran en su totalidad incluidas dentro de algún Espacio Natural Protegido e incluyen casi el 40% de la superficie arbolada de la isla.



**Figura 19.3;** Montes certificados con el sello FSC en Gran Canaria. Elaboración propia.

Este caso de certificación forestal es uno de los poquísimos a nivel mundial que no ha vinculado hasta ahora la certificación de su gestión a una certificación de cadena de custodia con el fin de vender madera certificada. Esto se debe a que en esta ocasión la venta de productos forestales no fue el motivo que impulsó a la certificación. La obtención del certificado forestal FSC ha generado aquí otro tipo de beneficios de gran valor, entre otros se encuentran:

- El desarrollo de un sistema de gestión efectivo, que además sea social, económica y ambientalmente responsable.
- La incorporación de la mejora continua en el proceso de gestión a través de las auditorías anuales externas.
- Una mejor comunicación y relación entre el Cabildo como gestor forestal y los propietarios particulares consorciados incluidos en el grupo de montes certificados.
- Un diálogo participativo acerca de la gestión de elementos de alto valor de conservación como son las especies amenazadas.

Aún así, no se están aprovechando actualmente todos los beneficios que la certificación forestal puede aportar. El sello FSC es muy conocido y goza de un gran prestigio en los países de origen de los visitantes extranjeros. Por eso, dar a conocer que la gestión realizada en estos bosques está certificada a través de este sello de manejo responsable puede otorgar a la isla y sus bosques un importante valor añadido para la industria turística insular. Por otra parte debe darse a conocer la certificación forestal a la población insular y aprovechar esta herramienta para fortalecer la comunicación y la transparencia en la gestión.

### **Bibliografía consultada y referencias**

- BARRY, D; BRAY, D; MADRID, S.; MERINO, L. y ZÚÑIGA, I. (2010). El manejo forestal sostenible como estrategia de combate al cambio climático: Las comunidades nos muestran el camino. Monterrey N.L. 40 pp
- CONFEMADERA (Año desconocido). *El consumidor español y la madera certificada*. Disponible en web: [http://www.pefc.es/documentacion/relacionada/ConsumoMaderaCertificada\\_confemadera\\_2010.pdf](http://www.pefc.es/documentacion/relacionada/ConsumoMaderaCertificada_confemadera_2010.pdf) (consultado 05.07.2011)
- FAO (on line): *Promoting sustainable management of forests and woodlands*. Disponible en web: <http://www.fao.org/forestry/sfm/en/>. (consultado 05.07.2011)
- FAO (2011). *Situación de los bosques del Mundo 2011*. Roma. 176 pp. Disponible en web: [http://coin.fao.org/cms/media/7/12995122894560/spanish\\_fao\\_sofo2011\\_lr\\_19-01.pdf](http://coin.fao.org/cms/media/7/12995122894560/spanish_fao_sofo2011_lr_19-01.pdf) (consultado 15.07.2011)

FORO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE LOS BOSQUES (2007). *Informe acerca de su séptimo período de sesiones (24 de febrero de 2006 y 16 a 27 de abril de 2007)*. Consejo Económico y Social. Documentos Oficiales, 2007. Suplemento No. 22.

FSC ESPAÑA: <http://www.es.fsc.org/>

FSC INTERNACIONAL: <http://www.fsc.org/>

PEFC ESPAÑA: <http://www.pefc.es/>

PEFC INTERNACIONAL: <http://www.pefc.org>

PRIETO RODRÍGUEZ, A., SÁIZ DE OMEÑACA, J.A., HERNÁNDEZ RUBIO, M, Y VEGA REVENGA, E. (2008) *Ordenación de montes y gestión forestal: evolución y nuevas tendencias*. Comunicación técnica. Revista Foresta nº40. 32-45. Asociación y Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales.

SÁNCHEZ, L.J. (2003). *Consideraciones sobre ciertos aspectos complementarios de la certificación forestal*. Disponible en Web: <http://www.portalforestal.com/informacion/31-consideraciones-sobre-ciertos-aspectos-complementarios-de-la-certificacion-forestal.html> (consultado el 06.07.2011)

WALTER, M. (2006). Análisis de los sistemas de certificación de gestión forestal FSC y PEFC usando la Forest Certification Assessment Guide (FCAG).

WILKIE M.L., HOLMGREN, P. y CASTAÑEDA, F. (2003). *Sustainable Forest Management and the Ecosystem Approach: Two Concepts, One Goal*. Forest Management Working Paper 25. Forest resources Development Service. Forest Resources Division. FAO, Roma (inédito). 39pp.



# El árbol como estrategia en el planeamiento canario

Araceli Reymundo Izard  
M<sup>a</sup> Soledad Jiménez Parrondo  
Domingo Morales Méndez  
Marcelino Del Arco Aguilar  
Antonio García Gallo  
José Javier Alayón González  
Patricia Brito Sánchez

## 1. Introducción

Las reflexiones que se recogen en este artículo forman parte de un trabajo de investigación que en la actualidad realiza este equipo multidisciplinar con un doble objetivo: determinar las mejoras medioambientales y paisajísticas que se derivarían del adecuado diseño de la vegetación en el planeamiento, en cuanto a que pudiera contribuir a suavizar el microclima por lo que se consumirá menos energía en climatización reduciéndose las emisiones producidas por los equipos y, por otra parte, conocer su capacidad de secuestro de CO<sub>2</sub> como un aspecto relevante en la elección de la vegetación de cara a su implementación en el Plan Canario de Mitigación y Lucha contra el Cambio Climático y al cumplimiento del Protocolo de Kioto.

El llamado “tsunami inmobiliario” que ha caracterizado la última década ha dejado en el archipiélago canario, además de un gran parque inmobiliario ineficiente y de baja calidad, una trama urbana tan dispersa, que dificulta considerablemente establecer políticas de movilidad sostenibles.

Dejando al margen la actividad del sector de la construcción, motor frugal de la economía canaria en este último período, la actividad laboral se ha centrado básicamente en lo administrativo (concentrado en las áreas metropolitanas) y en el turismo (principalmente en las costas soleadas de las islas).

De este modo se producen migraciones diarias laborales que colapsan las carreteras. En los últimos años se han hecho importantes inversiones para ampliarlas y esta medida, no sólo no ha solucionado el problema sino que ha contribuido a agravar la congestión de dichas vías al incentivar el uso del transporte privado. Además, la población residente ha ido invadiendo áreas rurales (planes parciales, adosados, vivienda aislada) que no tienen las dotaciones básicas necesarias para la vida diaria (docente, asistencial, sanitario, deportivo...) abandonando los tejidos de la ciudad tradicional, más compleja, compacta y eficiente, mejor dotada y en definitiva más sostenible.

Este tipo de organización del territorio -viviendas ineficientes, territorio disperso - ha provocado que el sector de la energía (refino de petróleo para obtención de electricidad más el transporte) sea responsable del 94.3% de las emisiones de gases de efecto invernadero en Canarias, según datos recogidos en la *Estrategia canaria de lucha contra el cambio climático* (datos 2005).

El transporte, por tanto, es responsable de buena parte de ellas (según la Agencia Canaria para el Cambio Climático el 28%), y se detecta que en el archipiélago su aumento ha sido espectacular en la última década.



**Figura 20.1;** Congestión de tráfico. Fuente: <http://www.rsstecnologia.com/tag/open/page/35/>



De modo que el paisaje canario está siendo drástica e irreversiblemente transformado por importantes infraestructuras, ensanchamientos de vías para hacerlas más rápidas, creación de nuevas autopistas y autovías, paulatino abandono del medio rural y su sustitución por nuevas áreas urbanas, industriales o de servicios. Estas infraestructuras incentivan una movilidad en las islas fundamentada en el transporte privado.

“Nuestras ciudades ocupan el 2% del planeta y sin embargo son responsables del 80% del efecto invernadero, causa principal del Cambio Climático... Potenciar nuestros sumideros nos conduciría a la disminución de nuestra huella ecológica y constituiría una seña importante de sostenibilidad ante el escenario que representa el cambio climático, contribuyendo a la eficiencia y al ahorro energético”.

(E: Figueroa et al. La vegetación urbana como sumidero de dióxido de carbono).

## **2. El cambio climático y los planes de mitigación y adaptación para Canarias**

Es evidente que durante los últimos cien años el clima de la tierra ha sufrido cambios. Nuestro planeta, y en particular nuestro archipiélago, está instalado en un cambio climático que ha sido espectacular en diversas fases de la historia de la Tierra, pero que actualmente está ocurriendo a un ritmo particularmente acelerado (IPCC 2007). Por ello, han surgido diversas políticas para tratar de mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y de adaptación a los impactos que este cambio produce.

En la Convención Marco Sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas (1992) nace el concepto de sumidero de carbono, entendiéndose por éste “cualquier proceso, actividad o mecanismo que absorbe un gas de efecto invernadero, un aerosol o un precursor de un gas de efecto invernadero de la atmósfera”. Estos sumideros de carbono quedan recogidos dentro de los denominados mecanismos de desarrollo limpio (MDL), que a su vez se integran dentro de los denominados mecanismos de flexibilización, junto con el comercio de emisiones y la acción conjunta.

Lo lógico y deseable es que, de una profundización en el desarrollo de diferentes estudios sectoriales surjan propuestas específicas, novedosas y precisas, obtenidas al cruzar informaciones de distintos ámbitos que no estén relacionadas en la actua-

lidad de modo habitual, o que no hayan sido traducidas y adaptadas a las distintas realidades y tendencias diferenciadas de Canarias.

La Agencia Canaria de Desarrollo Sostenible y Cambio Climático ha desarrollado la *Estrategia canaria de Lucha contra el Cambio climático* que se compone de un Plan de Mitigación y otro de Adaptación. Las medidas sectoriales para arquitectura y urbanismo que se propusieron en el documento de avance pueden verse en el siguiente enlace:

[http://www.gobiernodecanarias.org/agenciasostenible/doc/servicio\\_doc/estudio\\_previo\\_ordenacion\\_territorial\\_urbanismo.pdf](http://www.gobiernodecanarias.org/agenciasostenible/doc/servicio_doc/estudio_previo_ordenacion_territorial_urbanismo.pdf)

Lamentablemente buena parte de las medidas propuestas, que se estimaban muy importantes para paliar los efectos de los dos sectores ya referidos que más contribuyen al cambio climático, no se recogieron en el documento final: la eficiencia de los edificios y el exceso de movilidad provocado especialmente por el imperante modelo disperso de planificación urbana actual. Los esfuerzos necesarios para la adaptación al Cambio Climático en las Islas Canarias deben ayudar a mitigar los daños a corto plazo, pero son necesarias actuaciones más profundas para combatir las raíces del cambio climático.

### **3. El árbol urbano como estrategia para mitigar los efectos del cambio climático**

Los árboles juegan un rol importante en la ecología de los hábitats humanos de muchas maneras: filtran aire, agua, luz solar, ruidos; enfrían el ambiente, dan sombra y son figuras clave en el diseño del paisaje del espacio público y confort en las áreas recreacionales para los habitantes de la ciudad, especialmente en climas cálidos como el canario.



**Figura 20.2;** Alineación de flamboyanes en Santa Cruz

Además son capaces de moderar el clima urbano, reducen vientos y tormentas, proveen de sombra a viviendas y establecimientos comerciales, pudiendo contribuir a reducir de forma significativa el uso de energía en la climatización de los edificios. Son críticos a la hora de aliviar la isla de calor urbano, y sombrear, reduciendo los potencialmente peligrosos días de reducción del ozono, que azotan las grandes ciudades en los meses picos de verano.



**Figura 20.3;** Laureles de indias en Rambla de Santa Cruz.

La adecuada elección de las especies (adaptadas al clima de la zona para hacerlos más eficientes, de hoja caduca o perenne en función de los rigores del clima) y la elección de su emplazamiento en el diseño del planeamiento puede suponer además importantes beneficios económicos, ya que las sombras proyectadas redundarán en la mayor facilidad para el acondicionamiento interior de los edificios aledaños, especialmente durante los más severos meses del verano. La elección del árbol, caducifolio o no, permitirá que el sol incida o no en las fachadas durante los meses más fríos y facilite la captación de la radiación solar en invierno cuando las hojas caen. Todas las acciones físicas de los árboles – la sombra (regulación lumínica), control de humedad, control de vientos, control de la erosión, mejoramiento de la calidad visual, barrera de ruidos, absorción de precipitaciones y polución – conllevan, en definitiva, beneficios de confort, ambientales y económicos.

En muchos países se ha desarrollado ya un gran interés en el entendimiento de la importancia de la ecología en la forestación urbana.

#### **4. El árbol como elemento identitario**

La heráldica institucional canaria ha reflejado un orgullo y una admiración por su flora autóctona, que no ha trasladado a su planificación urbana. Los aspectos verdes de los distintos paradigmas urbanos que jalaron la ciudad occidental en los dos últimos siglos -salvo contadas excepciones-, dejaron poca huella en nuestra cultura urbana, en un territorio poco urbanizado, hasta la implantación de la industria turística en zonas costeras y las explosiones urbanizadoras que ha sufrido el territorio en estas últimas décadas. Incluso en el ámbito rural, los árboles carecen del sentido estético y ecológico que le otorga la urbanidad, y un ejemplar que no produce fruta, miel, forraje, fibra o cualquier otro producto, no tiene valor.

Muchos árboles ejemplares urbanos, han sido talados o mutilados por esta, llamémosla, dendrofobia generalizada. Un simple vistazo a nuestras ciudades, pueblos, vías y todos los espacios antropizados, demuestran una falta de sensibilidad colectiva y un conocimiento técnico en los actores implicados en su proyectación, plantación y mantenimiento.

El árbol urbano, -entendido como el árbol proyectado-, en tanto es un elemento de un ámbito más o menos construido que será habitado es, sin duda, uno de los elementos definidores de ese nuevo paisaje urbano o semi-natural. Por tanto, como elementos vegetales estructurantes de muchas intervenciones tienen la capacidad

de evocar otros paisajes, normalmente sus ecosistemas naturales. Por ejemplo: cactus / desiertos, pinos / alta montaña, palmera / playa tropical.

En Canarias, donde la principal actividad económica es el turismo, basado principalmente en un modelo de sol y playa (y por derivación: “sol, playa y palmera”), hace que muchas veces, esa necesidad de “construir un paisaje” competitivo con otros destinos turísticos de modelos similares, ubicados entre el Mediterráneo y el Caribe, se haya tergiversado o menospreciado nuestra realidad paisajística insular atlántica.

En esa re-creación de un producto paisajístico turístico se ha llegado al paroxismo de identificar la marca “Canarias” con una especie como *Strelitzia reginae* (“Ave del paraíso”), originaria de Sudáfrica. ¿Publicidad engañosa para el turista? Quizá no, porque efectivamente nuestro clima permite su cultivo, ¿Producto auténtico? Evidentemente no. El objetivo de estudiar estos aspectos paisajísticos y culturales, es hacer comprender al proyectista, que aunque es un importante factor a tener en cuenta, tampoco se debería hacer una instrumentalización matemática del arbolado urbano: a tanto CO<sub>2</sub> capturable, tal especie.



**Figura 20.4;** Marca “Canarias”, utilizada para su promoción turística hasta hace pocos años.



**Figura 20.5;** El proyecto de la Playa de las Teresitas de Dominique Perrault, construye una playa “caribeña”. Fuente de la imagen: [http://www.perraultarchitecte.com/en/projects/2492-las\\_teresitas\\_sea-front.html](http://www.perraultarchitecte.com/en/projects/2492-las_teresitas_sea-front.html)

Este estudio pretende ahondar en los aspectos técnicos y verificables de la capacidad ecológica de las especies empleadas habitualmente y de otras que se quieren potenciar. Estas últimas son las autóctonas, cuya evolución ha sido el resultado de una adaptación al medio particular insular canario y en muchos otros casos, al ám-

bito macaronésico. Sin embargo, es importante que además de los aspectos ecológicos de la vegetación autóctona, propios del paisaje tinerfeño, garantía de un desarrollo prácticamente natural, se estudien estos aspectos propios del paisajismo, el “hacer paisaje”, dentro de las estrategias aquí estudiadas. Es decir, no basta que una especie alóctona sea muy efectiva en términos de captación de  $\text{CO}_2$ , para su elección, pudiendo llegar a ser un problema para la bio-diversidad local. Por el contrario, una especie autóctona, puede ser poco eficiente en este aspecto, pero compensa su función reguladora del clima, con un bajo consumo de agua, la aportación de sombra, el poco mantenimiento, etc. Dados todos los atributos, ponderables e imponderables, la administración o el proyectista, elegirá en función de requerimientos específicos.

## **5. El árbol urbano como sumidero de $\text{CO}_2$ y herramienta para la mitigación del cambio climático y el cumplimiento del Protocolo de Kioto**

Los bosques y las plantas, y en general las formaciones vegetales, actúan como sumideros a través de su función vital principal: la fotosíntesis. Mediante la fotosíntesis los vegetales captan  $\text{CO}_2$  de la atmósfera y, con la ayuda de la luz solar, lo utilizan en la elaboración de moléculas sencillas principalmente de azúcares que acumulan en la biomasa (tronco, ramas, corteza, hojas y raíces) y en el suelo (mediante su aporte orgánico). Las plantas, al mismo tiempo que absorben  $\text{CO}_2$  a través de la fotosíntesis, también lo emiten mediante su respiración, pero en menor cantidad, por lo que el saldo neto de emisión es negativo, contribuyendo así a la reducción de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera a través de los denominados reservorios de carbono.

## **6. La capacidad de secuestro de carbono según la especie**

La capacidad de almacenamiento de carbono por parte de los árboles no es uniforme a lo largo de su vida, sino que está en relación directa con su crecimiento. Las tasas fotosintéticas dependen tanto de factores internos (edad de las hojas, posición de éstas, grosor de la hoja, tipo de hoja, etc.) como de factores externos (luz, temperatura, concentración de gases en la atmósfera, disponibilidad de agua y nutrientes). Aproximadamente el 50 % de la biomasa está formada por carbono, con lo que las capacidades de almacenamiento estarán directamente relacionadas con el tamaño y las tasas de crecimiento, así como con las tasas de asimilación estacionales. Ade-

más, es preciso matizar que el almacenamiento del carbono en los árboles tiene un carácter temporal, ya que el  $\text{CO}_2$  almacenado en la biomasa vuelve a la atmósfera con la deforestación, y la finalidad de estos árboles va a tener mucha importancia en cuanto a las repercusiones en términos de emisiones de  $\text{CO}_2$ .

Debido a la importancia de los ámbitos urbanos, cada vez más los gestores y políticos se interesan por el papel que el arbolado urbano y los jardines juegan como sumideros de carbono y es dentro de este marco donde nace la idea de crear un convenio de colaboración, con el objetivo de realizar una primera aproximación para conocer la cantidad de dióxido de carbono que se puede almacenar en especies de árboles urbanos, caracterizando sus respuestas fotosintéticas. De esta manera se podrá establecer un listado inicial de especies, que los administradores, técnicos y gestores puedan usar en el diseño urbano, no sólo en base a sus valores como planta ornamental y a la capacidad de protección frente al exceso de radiación, etc., sino también en base a la capacidad de absorción y secuestro de dióxido de carbono de las especies.

Los datos de secuestro de carbono por árboles urbanos son escasos, y la mayoría vienen dados en toneladas de carbono por año y hectárea de terreno ocupada, pero existen algunos referidos a árboles individuales, como los de Nowak (1994) que calcula el secuestro de carbono en base al diámetro de los árboles y los de Frelich (1992) que se basa en la edad de los árboles, el diámetro, el área de cultivo y la altura. Recientemente ha salido una publicación (Figueroa et al. 2007) en la que se estudia de una manera general la captura de  $\text{CO}_2$  de algunas de las principales especies utilizadas en jardinería en el municipio de Sevilla.

Con esta caracterización, a los valores ampliamente aceptados y asociados a los árboles urbanos, tales como los económicos, sociales y psicológicos (valores estéticos, barreras visuales, zonas de interacción social entre la población, beneficios en la salud debido a las ventajas medioambientales,...), como los medioambientales (proporción de sombra, control del viento, reducción significativa de los niveles de ruido, control de la erosión del suelo,...), añadiríamos su capacidad de captación del dióxido de carbono y producción de oxígeno, como un incentivo más a añadir, que podría tenerse en cuenta a la hora de diseñar parques, jardines y vías más ecológicos.

Además del cálculo de  $\text{CO}_2$  fijado por diversas especies, mediante el uso de técnicas de intercambio gaseoso se conocerán las condiciones óptimas para el crecimiento y realización de la fotosíntesis de dichas especies, así como su eficiencia en el uso del



agua, lo que nos indicará aquellas especies que mejor aprovechamiento del recurso hídrico realizan.

Cabe destacar que los datos obtenidos a partir de este estudio tendrán aplicación más general, que podrán extrapolarse a todos los territorios urbanos canarios, así como a otras zonas geográficas de clima mediterráneo.

## **7. Listado provisional de especies a estudiar**

Se propone el estudio de las siguientes especies según las zonas climáticas de los mapas de zonificación que se propondrán. Una vez iniciado el proyecto, se podrá cambiar alguna especie por otra que se estime más conveniente, por su grado de adaptación a la zona, características, disponibilidad en el mercado, etc.

Muchas especies alóctonas, que están asumidas por la sociedad canaria como propias, están relacionadas con momentos históricos de las islas y fenómenos contemporáneos: la colonización, las expediciones científicas, la emigración, el *boom* turístico, el *boom* inmobiliario, la inmigración y la globalización, el fenómeno *Garden-center*. Por otro lado, las especies autóctonas deben recuperarse o potenciarse, asociándolas al nuevo paradigma ecológico.

Se realizarán asimismo una serie de actividades:

### **Actividad 1. Consulta bibliográfica de datos existentes para las especies propuestas y legislación aplicable.**

Se realizará una consulta y recolección de la bibliografía existente referente a las especies propuestas y su capacidad fotosintética, además de las leyes que la regulen (grado de protección, control fitosanitario, etc.).

### **Actividad 2. Localización de individuos modelo.**

Se localizarán a lo largo de las zonas urbanas de Tenerife individuos de las especies seleccionadas que estén creciendo en condiciones óptimas eligiéndolos como individuos modelo, y en ellos se realizarán todas las medidas necesarias.

### **Actividad 3. Realización de medidas de intercambio gaseoso.**



Se realizarán curvas de respuesta a los principales factores ambientales, luz y temperatura. A partir de ellas, se podrán obtener los máximos fotosintéticos, el punto de compensación a la luz, así como los óptimos para el crecimiento.

#### **Actividad 4. Realización de medidas biométricas.**

Se realizarán medidas biométricas en los árboles de estudio, recogiendo su superficie foliar total, altura, diámetro, altura del fuste, volumen de la copa, así como otros parámetros que se estimen pertinentes.

#### **Actividad 5. Cálculo de la captura de CO<sub>2</sub> por los árboles.**

A partir de los datos obtenidos en las actividades 3 y 4, se obtendrán las tasas de captura de CO<sub>2</sub> de los árboles y se obtendrán las conclusiones.

Para cada una de las especies seleccionadas se desarrollará una ficha técnica que incluirá:

- Nombre y autoría de la especie
- Descripción botánica.
- Fotos de detalle y general.
- Requerimientos ecológicos.
- Requisitos de cultivo.
- Capacidad de captura de CO<sub>2</sub>

Este listado inicial, agrupadas las especies por vertientes y pisos climáticos, es una manera de ordenar el trabajo que no es excluyente en la aplicación de las especies, dada la gran diversidad de microclimas que se dan en el territorio canario y su capacidad de acogida a las mismas. Es decir, el hecho de que una especie se estudie en la costa norte, no eliminaría su viabilidad en la sur.

Leyenda: ☉ Caducifolia. ● Perennifolia. \* Especie autóctona.

## **VERTIENTE NORTE:**

### **Costa**

*Delonix regia* (Flamboyant)

*Bauhinia variegata* (Árbol orquídea)

€ *Jacaranda mimosifolia* (Jacaranda)

*Coccoloba uvifera* (Uva de mar)

*Ficus microcarpa* (Laurel de Indias)

*Brachychiton acerifolius* (Braquiquito, Árbol de fuego)

### **Medianías**

*Phoenix canariensis*\* (Palmera canaria)

*Dracaena draco*\* (Drago)

*Cassia spectabilis* (Mucuteno)

*Platanus x hispanica* (Plátano de sombra)

*Pistacia atlántica*\* (Almácigo)

*Visnea mocanera*\* (Mocán)

*Tipuana tipu* (Palo rosa)

### **Medianías altas**

*Castanea sativa* (Castaño)

*Ulmus minor* (Olmo)

*Tilia platyphyllos* (Tilo)

*Myrica faya*\* (Faya)

## **VERTIENTE SUR:**

### **Costa**

*Delonix regia* (Flamboyant)

*Schinus molle* (Falso pimentero)

*Tamarix canariensis*\* (Tarajal)

*Tipuana tipu* (Tipuana)

*Washingtonia filifera* (Palmera de abanico)

### **Medianías**

*Phoenix canariensis*\* (Palmera canaria)

*Pistacia atlantica*\* (Almácigo)

*Brachychiton populneus* (Braquiquito)

*Juniperus turbinata subsp. canariensis* \* (Sabina)

*Olea cerasiformis*\* (Acebuche)

### **Medianías altas**

*Castanea sativa* (Castaño)

*Prunus dulcis* (Almendro)

*Juniperus cedrus*\* (Cedro canario)

*Pinus canariensis*\* (Pino canario)

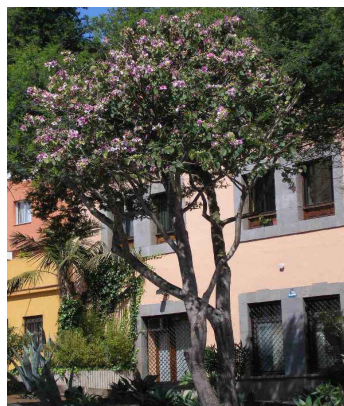
## 8. Imágenes de especies propuestas para el estudio por vertiente y piso bioclimático

### VERTIENTE NORTE:

#### Costa



*Delonix regia* ☺



*Bauhinia variegata* ☺



*Jacaranda mimosifolia* ☺



*Coccoloba uvifera* ●



*Ficus microcarpa* ●



*Brachychiton acerifolius* ☉

## Medianías



*Phoenix canariensis* ●



*Dracaena draco* ●



*Cassia spectabilis* ☉



*Platanus x hispanica* ●



*Pistacia atlantica* ☉



*Visnea mocanera* ●





*Tipuana tipu* ●

### Medianías altas



*Castanea sativa* ☹



*Ulmus minor* ☹



*Tilia platyphyllos* ☹



*Myrica faya* ●

## VERTIENTE SUR:

### Costa



*Delonix regia* ☺



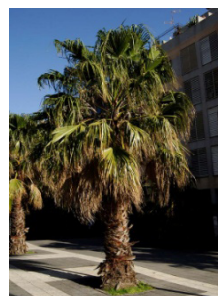
*Schinus molle* ●



*Tamarix canariensis* ●



*Tipuana tipu* ●



*Washingtonia filifera* ●

## Medianías



*Phoenix canariensis* ●



*Pistacia atlantica* ☉



*Brachychiton  
populneus* ●



*Juniperus turbinata* subsp. *canariensis*

●



*Olea cerasiformis* ●



## Medianías Altas



*Castanea sativa* ☹



*Prunus dulcis* ☹



*Juniperus cedrus* ●



*Pinus canariensis* ●

## Bibliografía consultada y referencias

- DE LUXÁN GARCÍA DE DIEGO, M; A. REYMUNDO IZARD. *Sostenibilidad energética de la edificación en Canarias. Manual de diseño (parte II)*. ITC. Gobierno de Canarias 2011. Posibilidad de descarga gratuita <http://www.renovae.org/mabican>
- GÓMEZ Gloria (Coordinación); María CIFUENTES, Rafael CÓRDOBA; Carlos HERNÁNDEZ PEZZI; Marcos MONTES; Raquel RODRÍGUEZ, y Álvaro SEVILLA, arquitectos. *Propuestas para mejorar la calidad de vida en las ciudades*. FUNDACIÓN ALTERNATIVAS. 2008
- CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS CIUDADES COSTERAS, 2007. FEMP. Ministerio de Medioambiente. Red de Ciudades por el Clima
- ESTRATEGIA CANARIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO. *Agencia Canaria de Desarrollo sostenible y Lucha Cambio Climático*. Gobierno de Canarias. [http://www.gobiernodecanarias.org/agenciasostenible/doc/servicio\\_doc/ecfcc.pdf](http://www.gobiernodecanarias.org/agenciasostenible/doc/servicio_doc/ecfcc.pdf)
- LEY 9/1999 DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO DE CANARIAS Y ESPACIOS NATURALES y Decreto Legislativo 1/2000 de 8 de mayo. *Gobierno de Canarias*.
- LEY 19/2003 de 14 de abril, por la que se aprueban las DIRECTRICES DE ORDENACIÓN GENERAL Y DIRECTRICES DE ORDENACIÓN DEL TURISMO DE CANARIAS. *Gobierno de Canarias*.
- PLAN ESPECIAL DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LA ACTIVIDAD URBANÍSTICA DE SEVILLA. *Agencia de Ecología Urbana de Barcelona*
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ARBORICULTURA. Dendrogeomorfología: los árboles, fuente de conocimiento de los procesos y desastres naturales, , Valencia: 2010.
- MOLINA, Pedro; Ana BERROCAL, y Rafael MATA. *Guía de vegetación para ambientes urbanos*, EMVS, Madrid: 2005.
- NAVÉS, Francesc et al, El Árbol en jardinería y paisajismo: guía de aplicación para España y países de clima mediterráneo y templado, Omega, Barcelona, 1995.
- SÁNCHEZ GARCÍA, Mariano (Coord.), *La Visión del árbol: Actas del 9º congreso de Arboricultura*, l'Associació, Barcelona, 2005.
- DEL ARCO AGUILAR, M. J., W. WILDPRET DE LA TORRE, P. L. PÉREZ DE PAZ, O. RODRÍGUEZ DELGADO, J. R. ACEBES GINOVÉS, A. GARCÍA GALLO, V. E. MARTÍN OSORIO, J. A. REYES BETANCORT, M. SALAS PASCUAL, M. A. DÍAZ, J. A. BERMEJO DOMÍNGUEZ, R. GONZÁLEZ GONZÁLEZ, M. V. CABRERA LACALZADA & S. GARCÍA ÁVILA, 2006. *Mapa de Vegetación de Canarias*. GRAFCAN. Santa Cruz de Tenerife. 550 pp. + 7 mapas + CD.
- DEL ARCO, M., P.L. PÉREZ DE PAZ, J.R. ACEBES, J.M. GONZÁLEZ-MANCEBO, J.A. REYES-BETANCORT, J.A. BERMEJO, S. DE ARMAS & R. GONZÁLEZ-GONZÁLEZ. 2006. Bioclimatology and climatophilous vegetation of Tenerife (Canary Islands). *Annales Botanici Fennici* 43(3): 167-192.
- FIGUEROA, M.E., REDONDO, S. ET AL., 2007. Los sumideros naturales de CO<sub>2</sub>. Una estrategia sostenible entre el Cambio Climático y el protocolo de Kyoto desde las perspectivas urbana y territorial. Universidad de Sevilla, Secretariado de publicaciones. Sevilla.
- FRELICH, L.E., 1992. *Predicting Dimensional Relationship for Twin Cities Shade Trees*. Department of Forest Resources, University of Minnesota—Twin Cities, St. Paul, MN.
- IPCC, 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor y K.L. Miller (Eds.). Cambridge University Press, U.K. y New York, NY, USA, pp 996.
- NOWAK, D.J. 1994b. *Atmospheric carbon dioxide reduction by Chicago's urban forest*. In: *McPherson, E.G., Nowak, D.J., Rountrie, R.A* (Eds.), *Chicago's Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project (NE-186)*. Forest Service, US Dept. of Agriculture, Department of Agriculture, Radnor, PA., pp. 83-94.

- SÁNCHEZ DE LORENZO CÁCERES, J.M. 2001. *Guía de las plantas ornamentales*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- SÁNCHEZ DE LORENZO CÁCERES, J.M. (Coordinador). 2000-2007. *Flora Ornamental Española*. Tomos I, II, III, IV y V. Junta de Andalucía. Ed. Mundi-Prensa. Asociación Española de Parques y Jardines Públicos. Sevilla.
- WILDPRET DE LA TORRE, W., A. GARCÍA GALLO, I. PÉREZ VARGAS & J. S. SOCORRO HERNÁNDEZ, 2005. *Flora Ornamental del Casco Histórico de La Laguna. Patrimonio de la Humanidad*. 407 pp. Excmo. Ayuntamiento de San Cristóbal de La Laguna, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial del Gobierno de Canarias, Publicaciones Turquesa S.L. La Laguna. Tenerife.



# Restauración forestal de espacios degradados en medios insulares

Juan Carlos Santamarta Cerezal  
Cristina Fernández Merino

## 1. Introducción

La restauración de espacios degradados nace como una de las posibles soluciones a los impactos realizados por la actividad humana, estas actividades llevan consigo el deterioro del medio natural. Suelos, bosques, barrancos y en general todo tipo de ecosistemas, así como las especies vegetales y animales que en ellos habitan, sufren día a día la degradación provocada por obras de toda índole como carreteras, tendidos eléctricos, embalses, canteras, vertederos, etc.

El uso de la restauración supone disponer de unos conocimientos científicos y técnicos necesarios para un adecuado control y aplicación de las actuaciones de restauración vegetal o descontaminación e integración ambiental, encaminadas a resolver la problemática de las cuencas hidrográficas, restauración de minas, obras públicas, control de desertificación y la conservación de la biodiversidad.

En los sistemas insulares, la degradación de espacios naturales supone un gran problema medioambiental, debido principalmente a la fragilidad de los ecosistemas, que en algunos casos, como el de las Islas Canarias suponen la rotura del equilibrio de comunidades vegetales relictas.

Además a este impacto se le une el hecho de que una de las peculiaridades para el turismo de Canarias es los valores ambientales que tienen las islas, sobre todo las no capitalinas que hace que mucho turismo de calidad se sienta atraído por estos valores.

## **2. Concepto de espacio degradado**

Se denomina espacio degradado a aquella área que bien por causas naturales (incendios, inundaciones, tormentas o erupciones volcánicas) o en mayor medida por causas directas o indirectas de la acción humana, ha sido objeto de una alteración o modificación de su estado natural.

El primer paso que requiere la calificación de *degradado* es tener presente dos conceptos (Gómez Orea, 2004):

### **1) *El valor de la conservación del espacio como estructura***

- Valor negativo referente a los distintos puntos de vista ecológicos ecológico, científico, cultural, paisajístico, productivo etc.
- Valor inferior en comparación con la situación clímax del ecosistema.

### **2) *La función que cumple para la sociedad***

- Ausencia de función debido a la degradación.
- Práctica insatisfactoria del mismo.

A la hora de calificar un espacio degradado se tiene que tener precaución y flexibilidad, ya que para estimar la degradación hay que tener las siguientes consideraciones:

- Los diferentes grados de intensidad que esta pueda presentar: extenso o intenso
- Los distintos puntos de vista que se pueden tener de la misma: ecológico, científico, cultural, paisajístico, productivo etc.

- La dimensión del área afectada: total o parcial.

La restauración es una actividad que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema. Se puede definir como el conjunto de actuaciones llevadas a cabo con el fin de revertir o reducir los daños provocados en el territorio.

El proceso de restauración es el intento de alcanzar una situación similar a la original, pero éste no consiste en sólo la reposición de los elementos uno a uno sino en una imitación de los mismos de tal forma que el funcionamiento de las partes sea similar al funcionamiento original (es más importante descubrir el funcionamiento del sistema en su conjunto que estudiar cada pieza por separado).



**Figura 21.1;** Canteras abandonadas de Güimar en Tenerife; un claro ejemplo de espacio degradado (Santamarta, 2010)

Un ecosistema se ha recuperado (y por tanto se ha restaurado) cuando contiene suficientes recursos bióticos y abióticos como para continuar su desarrollo sin ayuda adicional. Por tanto la finalidad de la restauración se justifica con la recuperación de los elementos ecológicos esenciales y fundamentalmente con el estado y los procesos del suelo, que permita sustentar una biocenosis estable y en equilibrio con el clima.

La restauración ambiental de un área degradada y el desarrollo posterior de los métodos de ingeniería que ésta supone debe comenzar por conseguir la estabilidad del terreno y la recuperación del suelo.

Según la *SER (Society for Ecological Restoration International – Sociedad internacional para la restauración ecológica)* existen nueve atributos que indican cuándo se ha logrado la restauración. No es requisito fundamental la expresión total de todos ellos, sólo se necesita que a través de ellos se muestre una trayectoria apropiada hacia la meta o la referencia deseada:

- 1) El ecosistema restaurado contiene un conjunto característico de especies que habitan en el ecosistema de referencia y que proveen una estructura apropiada de la comunidad.
- 2) El ecosistema restaurado consta de especies autóctonas hasta el grado máximo factible. En ecosistemas culturales restaurados, se puede ser indulgente con especies exóticas domesticadas y con especies ruderales y arvenses que se supone que coevolucionaron con ellas. Las especies ruderales son plantas que colonizan los sitios alterados; las especies arvenses típicamente crecen entre plantas de cultivo.
- 3) Todos los grupos funcionales necesarios para el desarrollo y/o la estabilidad continua del ecosistema restaurado se encuentran representados o, si no, los grupos faltantes tienen el potencial de colonizar por medios naturales.
- 4) El ambiente físico del ecosistema restaurado tiene la capacidad de sostener poblaciones reproductivas de las especies necesarias para la continua estabilidad o desarrollo a lo largo de la trayectoria deseada.
- 5) El ecosistema restaurado aparentemente funciona normalmente de acuerdo con su estado ecológico de desarrollo y no hay señales de disfunción.
- 6) El ecosistema restaurado se ha integrado adecuadamente con la matriz ecológica o el paisaje, con los cuales interactúa a través de flujos e intercambios bióticos y abióticos.
- 7) Se han eliminado o reducido, tanto como sea posible, las amenazas potenciales del paisaje que lo rodea a la salud e integridad del ecosistema.



- 8) El ecosistema restaurado tiene suficiente capacidad de recuperación como para aguantar los acontecimientos estresantes periódicos y normales del ambiente local y que sirven para mantener la integridad del ecosistema.
- 9) El ecosistema restaurado es autosostenible al mismo grado que su ecosistema de referencia y tiene el potencial de persistir indefinidamente bajo las condiciones ambientales existentes.

Es posible que otros atributos ganen importancia y se agreguen a esta lista, en la medida en que se identifiquen como metas del proyecto de restauración.

Cabe destacar que la restauración no es sólo un proceso ecológico basado en la ciencia, sino que la concepción de lo visual (lo perceptible por los sentidos) cobra importancia y protagonismo. Por ello, se hace necesario también un análisis de la restauración desde el punto de vista del paisaje.

Una vez que se toma la decisión de restaurar, el proyecto requiere una planificación cuidadosa y sistemática y un plan de seguimiento dirigido al restablecimiento del ecosistema.

### **3. Tipos de espacios degradados**

La diversidad de paisajes y espacios que nos ofrecen las Islas Canarias, no son siempre los deseados, desde el punto de vista ecológico, ni los más bonitos, desde el punto de vista visual. Desgraciadamente dentro del panorama insular nos encontramos con una serie de áreas que sufren una degradación integral por lo que es necesario un tratamiento que cambie su situación. A continuación se exponen los más representativos:

#### **3.1. *Espacios agrícolas marginales abandonados***

Las Islas Canarias se caracterizan por tener un terreno abrupto, lo que supone que el agricultor canario ha tenido que acondicionarlo para poder cultivar en él: aplanar el suelo del malpaís, transportar tierra de otros lugares etc. pero es la creación de bancales la técnica más utilizada para ensanchar la superficie agraria. Ésta consiste en realizar sobre el terreno terrazas de reducidas dimensiones que se sostiene por

pared o talud, cuya producción es destinada normalmente al autoabastecimiento, en especial de papas, hortalizas y algunos frutales. Debido a ello los costes para crear suelo cultivable son muy elevados, si bien este suelo tiene la gran ventaja de ser muy productivo siempre que no le falta el agua y no actúe el viento.

En las islas con más relieve se puede diferenciar dos zonas, según en la vertiente en la que se encuentre: la zona norte, húmeda y de gran riqueza agrícola; la zona sur, seca, árida y pobre. En esta última zona existen una serie de adaptaciones: conversión de zonas a regadío, cultivo en invernadero etc. que han dado lugar a un excelente rendimiento.

El orden de importancia de los cultivos se establece atendiendo a las siguientes variables: la **superficie** que ocupa, su **producción** y el **valor** de esa producción en el mercado. Según los distintos productos que se obtienen de los cultivos, en el Archipiélago canario podemos distinguir dos tipos de agricultura:

**Agricultura productiva o comercial:** se localiza en las zonas costeras y los productos que se obtienen son para la exportación. La desventaja que se presenta en este tipo de agricultura es que el producto que se comercializa se encarece, debido a la importación de fertilizantes, semillas, escasez de agua y al transporte.



**Figura 21.2;** Laderas que inicialmente se utilizaban en agricultura abandonadas con procesos de pérdida de suelo iniciados. (Santamarta, 2011)

Los productos típicos que se obtiene de esta agricultura son: el plátano y el tomate.

**Agricultura de subsistencia:** se localiza en zonas de medianías y se trata de una agricultura tradicional y familiar. Su escasa rentabilidad es debida a la falta de mecanización, al pequeño tamaño que tienen los terrenos que se cultivan y a la importación de productos semejantes, que se encuentran en el mercado a precios más económicos.

El producto típico que se obtiene de esta agricultura es la papa.

La agricultura canaria, en estos momentos se encuentra en una situación crítica debido a los siguientes motivos:

- Abandono progresivo del campo debido a la emigración desde las áreas rurales a las grandes ciudades, lo que se tradujo en el crecimiento de la población activa del sector servicios en disminución del primario.
- Escasez de agua y como consecuencia el precio elevado de la misma: por este motivo, tienen que subir los precios de sus artículos, con lo que los consumidores cuando se dirigen a los mercados buscan productos más baratos procedentes de la importación aunque sean de peor calidad que los del lugar.
- Las subvenciones que reciben los agricultores por parte de la Administración son bastantes pequeñas. Los agricultores tienen que esperar estas ayudas de un año para otro.

Como consecuencia de la marginación de la agricultura, se produce una desertización progresiva del campo debida al abandono de las estructuras que se crearon para obtener suelo cultivable.

Las estructuras que más han sufrido este abandono son los bancales, que además de formar parte de un patrimonio agrario tradicional que conviene conservar, también suponen una estructura, que si está cultivada, evita la aparición de la erosión.

La erosión en el caso de Canarias es especial, pues se trata de islas de naturaleza volcánica en las que los procesos de erosión se ven potenciados por las características propias de aridez que definen el clima del archipiélago canario. Se calcula que afecta a un 48% de la superficie insular (unas 300.000 hectáreas), provocando actualmente una pérdida de suelo en torno a unas 13 toneladas por hectárea y año, lo que representa aproximadamente 5 mm de espesor de suelo (según un estudio

del Departamento de Edafología y Geología de la Universidad de La Laguna). Este problema es especialmente grave en las islas de Lanzarote y Fuerteventura, en las que la erosión hídrica, unida a la erosión eólica, provoca pérdidas de hasta 150 toneladas por hectáreas y año.

Es por ello que existe una necesidad de recuperar estos espacios dedicados a la agricultura para contribuir a poner freno a la erosión. Una manera de restaurar estos terrenos es la reforestación, proporcionada desde la Unión Europea por medio de un régimen de ayudas para la reforestación de explotaciones agrarias en declive.

### **3.2. Espacios deforestados y/o erosionados**

La influencia de los aborígenes canarios sobre la vegetación canaria fue bastante limitada, donde apenas ocasionaron perjuicios, debido principalmente a la escasez de útiles adecuados para cortar los árboles y trabajar la madera. Cabe señalar, la existencia de objetos de madera que provienen directamente de la madera como son las armas, varas, bastones de mando, peines, colgantes, antorchas para alumbrarse, tablones funerarios, etc. La madera que se empleada para la fabricación de estos objetos, provenía sobre todo del pino canario. Con corteza de pino se construyeron también boyas y cucharas, así como tapas y fondos de recipientes.

Con la llegada de La Conquista (siglos XV y XVI) en el archipiélago se perdió gran parte del paisaje vegetal, debido principalmente a la elevada demanda de madera con fines domésticos e industriales, así como la creación de espacios abiertos para el asentamiento de núcleos de población, terrenos de cultivo y dehesas de pastoreo. A esto, otro aprovechamiento que contribuyó a la tala discriminada de pinos fue el de la destilación de pez mediante la combustión de la madera, cuyo resultado era una brea oscura utilizada fundamentalmente en la impermeabilización de los barcos.

Desde comienzos del siglo XVII hasta mediados del XX, se alcanzó el máximo desarrollo agrícola y ganadero del archipiélago. En esta etapa no se produjeron tantas roturaciones masivas como en el período anterior, pero continuaron siendo importantes los aprovechamientos forestales (leña, carbón y aperos de labranza). Este aprovechamiento acabó en talas abusivas, motivadas por la especulación económica.



**Figura 21.3;** Pérdida de suelos y erosión en laderas del norte de Lanzarote (Santamarta, 2011)

El clima del archipiélago canario se caracteriza, sobre todo en las islas más orientales, por su escasez de precipitaciones y por la elevada evaporación que limita la disponibilidad de agua y, como resultado de ello, la cubierta vegetal es escasa. La ausencia de vegetación hace que los suelos estén más expuestos a la acción de los agentes erosivos, como el agua o el viento, lo que hace que importantes cantidades de tierra sean arrastradas hacia el mar o transportadas por el viento. El suelo se defiende de este ataque dejando en su parte más externa aquellos componentes que ni el viento ni el agua consigue arrastrar: las piedras. Éstas se van acumulando en su superficie y protegen sus horizontes profundos, pero al mismo tiempo el suelo también se empobrece. En este proceso los horizontes más superficiales, ricos en nutrientes y microorganismos, han desaparecido por erosión, y esto obliga a la vegetación a adaptarse, no sólo a la escasez de agua, sino también a un suelo pobre en nutrientes.

Por otra parte, la escasez de vegetación no facilita la infiltración de la lluvia, con lo cual el agua discurre por los barrancos y se pierde en el mar otro importante recurso para la habitabilidad del territorio.

### **3.3. Espacios afectados por actividades mineras**

La minería canaria nunca ha tenido gran desarrollo. El carácter volcánico de su roquedo ha limitado mucho sus posibilidades mineras. Sí hay una cierta actividad cantera para proporcionar piedra de construcción (extracción de áridos). Otra actividad vinculada a la minería es la construcción de galerías y pozos a fin de aprovechar el agua subterránea para el consumo.

Según el Censo de Explotaciones Mineras de Canarias, año 2007, existen un total de 94 explotaciones mineras en Canarias: 65 en la provincia de Las Palmas y 29 en Santa Cruz de Tenerife.

El principal sector de la actividad minera en Canarias es el de los áridos, empleados principalmente para edificación y obra pública. El segundo sector en importancia son las rocas ornamentales, y, por último, para uso industrial.

Además del uso de los áridos para la construcción también se utilizan para el tratamiento de aguas, de residuos, de suelos y de gases de combustión, producción de energía eléctrica y lechos filtrantes, entre otros.



**Figura 21.4;** Cantera abandonada en Fuerteventura. (Santamarta, 2011)

Los principales problemas ambientales que se generan por la explotación de los recursos mineros son:

- El paisaje es uno de los elementos más afectados. Se forman huecos y escombreras que introducen formas geométricas artificiales ajenas y discordantes con el entorno; el color de los estériles contrasta, en tono e intensidad, con los existentes; las vistas panorámicas pierden calidad y en ocasiones quedan interrumpidas al variar la topografía.
- Se cambia el uso del suelo y de las características edáficas. La eliminación y ocupación de suelo fértil, la construcción de infraestructuras y la modificación de sus propiedades con la compactación por el paso de maquinaria supone la pérdida de suelo.
- Contaminación de las aguas debida al aumento de sólidos en suspensión y al vertido de residuos.

Las operaciones principales que deben de tenerse en cuenta a la hora de comenzar con la restauración de estos terrenos en los que se ha practicado la minería son:

- Desmantelamiento y demolición de edificios e instalaciones.
- Relleno de huecos.
- Estabilización de los frentes de explotación de las escombreras y de las presas de residuos.
- Remolado paisajístico del terreno.
- Implantación de cubierta vegetal.

### **3.4. Vertederos incontrolados**

Uno de los métodos más antiguos para deshacerse de los residuos ha sido, el vertido libre de los mismos sin ningún tipo de control en lugares muy diversos, los cuales no están alejados del núcleo de población donde se generan (barrancos, proximidades de carreteras, canteras abandonadas etc.). Este sistema de eliminación incontrolada de los residuos conlleva varios problemas: presencia de roedores



e insectos, riesgo de incendios, presencia de olores desagradables, contaminación del agua y aire, falta de estética y degradación del medio ambiente.

En todo el archipiélago canario se aprecia la presencia de vertederos incontrolados y objetos viejos abandonados. Los expedientes por vertidos ilegales de basura en Canarias superan ya cualquier otro tipo de infracciones medioambientales, incluidas las construcciones ilegales. Todo ello deriva en la proliferación indiscriminada y constante de los vertederos ilegales, sobre todo en barrancos y zonas costeras cuya degradación comienza a ser preocupante, sobre todo en islas como Gran Canaria y Lanzarote.

La actividad infractora en materia medioambiental se ha reducido sensiblemente en Canarias debido al incremento de la inspección y el control.

Estos espacios, al igual que los vertederos controlados, necesitan de una recuperación para aumentar así la calidad ambiental del lugar.



**Figura 21.5;** Vertidos en el talud de la presa de Los Campitos (Santamarta, 2008)



Las actuaciones básicas de los trabajos de restauración consisten en:

- Movimiento de tierras y retirada de residuos con el fin de lograr un relieve final lo más acorde posible con el entorno.
- Aporte de tierra vegetal que facilite la integración paisajística.
- Revegetación en la que se emplean especies adecuadas al medio en el que se encuentra.
- Cerramiento perimetral para evitar nuevos vertidos.

### ***3.5. Espacios alterados por infraestructuras lineales***

Se define estructura lineal como la agrupación de un conjunto de actuaciones que poseen algunas de las siguientes características: unen dos o más puntos fijos, atraviesan una diversidad de medios, son estructuras artificiales y su construcción se debe a una necesidad, ya que constituyen un servicio público.

Las infraestructuras lineales se clasifican en:

- 1) Carreteras.
- 2) Oleoductos. Gaseoductos.
- 3) Vías férreas
- 4) Líneas de transporte y distribución de energía eléctrica.
- 5) Canales de riego.
- 6) Líneas de teléfono.

Las carreteras son las que tienen un papel bastante importante en el paisaje insular, es por ello que se centra el presente capítulo en estas infraestructuras.

Las carreteras presentan una serie de problemas ambientales que se detallan a continuación:

- Efecto barrera.
- Ocupación espacial.
- Ruidos.
- Construcción de nuevas infraestructuras y edificaciones.
- Vertidos.

Ante estas alteraciones, las principales medidas para la restauración ambiental en estas zonas afectadas son:

- Instalación de barreras sónicas.
- Estabilización de taludes.
- Integración paisajística.
- Pasos de fauna.

### **3.6. Espacios degradados por actividades turísticas**

El sector terciario es el que ha experimentado un rápido crecimiento en los últimos cuarenta y cinco años en el contexto de las islas Canarias. Dentro del sector terciario destaca el turismo que, además de empleo, aporta gran parte de los ingresos que se recibe del exterior. Si a finales de los años 60 las islas recibían al año algo más de medio millón de visitantes, en la década de los 90 esta cifra ya había superado los ocho millones y medio, estabilizándose en la actualidad en algo más de nueve millones de visitantes al año.

La calidad de la oferta turística en Canarias es de primer orden mundial. Además se mantiene durante todo el año, gracias a un clima benigno. En Canarias el turismo internacional es dominante sobre el nacional. Entre ellos un número creciente, sobre

todo de jubilados, se termina instalando en las islas definitivamente y adquiriendo propiedades.

La demanda turística ha promovido la construcción de grandes urbanizaciones que han expoliado el recurso paisajístico de las principales áreas, generando fenómenos de rechazo.

La mayoría de las islas suelen ser ecológicamente frágiles y muy vulnerables ante las presiones de desarrollo, especialmente las provenientes del turismo. Suelen contar con una flora y fauna distintiva que puede ser desplazada por especies exóticas, introducidas por el desarrollo. La base de recursos insulares de la última década evidencia una gran disminución en la calidad ambiental debido al aumento de sedimentación, recarga con pesticidas, eutrofización por fertilizantes y aguas servidas, desarrollo costanero y descarga de efluentes industriales.

Los problemas en las zonas donde se asienta el turismo son la congestión del tránsito y demandas que exceden la capacidad de los sistemas de agua potable, alcantarillado y eliminación de desechos sólidos. La vida silvestre puede verse afectada por los grandes influxos de personas durante los momentos críticos de migración, alimentación, reproducción o crianza.

Se debe considerar el impacto visual y físico de los alojamientos y demás estructuras que serán construidas para servir a los turistas.

La restauración en estas zonas no puede contemplar la eliminación de las infraestructuras que se crearon para desarrollar esta actividad, debido a la inversión económica que supone. Por ello para poder restaurar las áreas donde la concentración turística es tan elevada, como es el caso de Canarias, se ha de comenzar con la integración de los elementos construidos con el entorno en el que se encuentran.

### ***3.7. Espacios ocupados por agricultura intensiva bajo plástico***

La imagen paisajística de algunas zonas de las islas de Gran Canaria y Tenerife (principalmente) ha cambiado, convirtiéndose en un “pequeño mar de plástico”.

Los primeros invernaderos se establecieron en Canarias a finales de los años 50, dedicándose especialmente al cultivo de flores, plantas ornamentales, pepinos y pimientos.



**Figura 21.6;** Invernaderos en La Palma. (Santamarta, 2007)

Inicialmente, el material utilizado para la cubierta era el filme, principalmente polietileno, y el cristal, pero posteriormente, a partir de mediados de la década de los 80, se difundió la malla traslúcida que ha alcanzado una gran expansión.

Entre los cultivos del archipiélago, bajo plástico, destaca por la superficie ocupada los cultivos hortícolas, y entre ellos, el tomate. Además del tomate hay otras hortalizas como el pepino, pimiento, judías verdes y berenjena que también se cultivan principalmente en invernadero, siendo mayoritario su cultivo en la isla de Gran Canaria, que también representan una considerable producción de residuos de plástico.

Otros cultivos desarrollados bajo cubierta son las flores y las plantas ornamentales. La floricultura constituye una de las actividades agrarias más importantes del archipiélago, pues a pesar de la reducida superficie que ocupa, aproximadamente un 1% de la superficie total cultivada, alcanza algo más del 8% del valor de la producción agraria total.

La explotación de los invernaderos supone una serie de problemas ambientales que se detallan a continuación:

- Generación de residuos vegetales: desechos de la producción agrícola procedentes de la poda (tallos, hojas, frutos), arranque de plantas, frutos no aptos para el consumo humano, raíces, malas hierbas, etc.

- Generación de residuos plásticos de invernadero y envases de productos fitosanitarios
- Contaminación por el uso de fertilizantes y fitosanitarios.
- Transformación del espacio.
- Contaminación del agua y suelo.

El principal tratamiento de estos espacios es incluir a los invernaderos dentro de los proyectos de ordenación del territorio y planificación urbanística en las zonas donde el proceso de expansión de estas estructuras se ha iniciado.

#### **4. Planificación y organización de la restauración**

Antes de llevar a cabo un proyecto de restauración ambiental ha de tenerse en cuenta dos cuestiones principales de las que depende el éxito o el fracaso de la misma: la primera cuestión es investigar cuales fueron las causas que provocaron el deterioro y la segunda es reparar este deterioro.

Una buena planificación se consigue basándose en el conocimiento de distintas fuentes de información, como las que se detallan a continuación:

- Reconocimiento topográfico de la zona a restaurar y el entorno que la rodea.
- Valoración ambiental de la zona: estudios de clima, suelo, paisaje etc.
- Compatibilidad con la realidad insular.
- Consecuencias del proyecto: conocer la influencia del proyecto sobre el medio, relación con las actividades existentes, restricciones legales etc.
- Necesidades del futuro usuario.
- Función del espacio restaurado.
- Período de desarrollo del proyecto de restauración y la duración (vida útil) del proyecto.

- Costes de inversión para determinar la viabilidad o si es necesario la financiación.
- Mantenimiento: la restauración no finaliza con la ejecución de las obras hay que tener en cuenta el mantenimiento para evitar futuros problemas.

Los factores en los que debe basarse la planificación del diseño de la restauración son los siguientes:

- Factores territoriales
  - Clima
  - Vegetación
  - Suelo
  - Paisaje
  - Etc
- Factores derivados del tipo de uso
  - Tráfico
  - Accesibilidad
  - Usuarios
  - Población
  - Etc.
- Factores del proyecto
  - Aspectos técnicos
  - Aspectos de diseño
  - Costes de inversión
  - Mantenimiento

## 5. Estudio de alternativas

La restauración trata de generar sistemas que funcionen de acuerdo con los principios ecológicos, capaces de auto mantenerse e integrarse en su contexto, e incluso de madurar por sí solos. Para ello, las soluciones tecnológicas deben estar al servicio de la ciencia ecológica.

Para conseguir este objetivo, en primer lugar debe de realizar un estudio sobre el enfoque al que se va a recurrir en cada proyecto de restauración, ya que de él depende la imagen final del espacio que se va a restaurar. Los principales enfoques que se pueden adoptar a la hora de la restauración de un espacio degradado son:

- 1) Rehabilitación: en ocasiones se confunde este término con el de restauración, hay una diferencia primordial; la rehabilitación no implica conseguir el estado original del territorio sobre el que se va a actuar.
- 2) Restauración: es la recuperación del ecosistema inicial antes de producirse la degradación.
- 3) Reemplazo: es una alternativa económica mediante la cual se busca el equilibrio sin eliminar los elementos que han llevado a la degradación.
- 4) Reforma: la naturaleza es la única que actúa en el espacio degradado por medio de la sucesión natural.
- 5) Forestación: se trata de instaurar una cubierta vegetal estable (autóctona o alóctona).

A la hora de elegir alguno de estos enfoques para un proyecto de restauración cabe señalar que ninguno de ellos es mejor o peor, sino que dependerá de las circunstancias de cada espacio. No se descarta que puedan ser complementarios, sobre todo en aquellos espacios en los que las dimensiones sean grandes y requiera una segregación.

Según Gómez Orea (2004) las ideas básicas que definen el enfoque del tratamiento del espacio degradado y que determinan su éxito se pueden sintetizar:

- Entender el tratamiento como un proceso que se va desarrollando en el tiempo y que solo consigue sus objetivos finales a largo plazo.

- Integrar el tratamiento que se adopte en las condiciones ambientales del medio, aprovechando las oportunidades y obviando las limitaciones.
- Dar participación a la población afectada por el tratamiento y atender a sus demandas y expectativas: participación en el proceso de toma de decisiones y en la gestión de las actividades a desarrollar en el espacio tratado.
- Buscar una solución para el conjunto del espacio y para cada una de las zonas en que este se divida.
- Plantear el proceso de forma flexible, de tal manera que permita introducir modificaciones a medida que se va avanzando en el tiempo.
- Una vez realizada la inversión inicial se debe de buscar la autosuficiencia económica, promoviendo actividades que generen recursos económicos.

## **6. Usos potenciales de las áreas restauradas**

Los principales usos que se pueden plantear de los terrenos a restaurar son los siguientes:

- 1) Uso agrícola y forestal
- 2) Conservación de la naturaleza y reservas de vida silvestre
- 3) Uso industrial y urbanístico
- 4) Uso recreativo
- 5) Sanitario ambiental

### **6.1. Uso agrícola y forestal**

El uso agrícola ha sido el más utilizado para la restauración de explotaciones mineras, como es el caso de las Canteras de Güimar en Tenerife, siempre que el terreno tenga una topografía suave. Los factores limitantes para este uso son el drenaje y las características químicas de los terrenos.



Pueden citarse como uso agrícola los cultivos arables, extensivos o intensivos, y los pastos.

El uso forestal resulta una alternativa al uso agrícola en los terrenos donde la pendiente es mayor y la calidad de los suelos es peor. Los factores críticos para el desarrollo de este uso son las características físicas del suelo, disponibilidad de nutrientes y las existencia de sustancias tóxicas.

Son usos forestales las repoblaciones de frondosas y coníferas para el aprovechamiento maderero, resinas, frutos, etc. Además de dotarle al territorio de un uso productivo también le ofrece un uso recreativo, paisajístico o de conservación.



**Figura 21.7;** Inicio de la vegetación natural en bancales abandonados en Tenerife (Santamarta, 2007)

La decisión en la elección de uno de estos usos deberá de tener en cuenta diversos factores:

- Entorno natural, social y económico.
- Vocaciones tradicionales del territorio.
- Planes de gestión, urbanismo y desarrollo regional y local del área.
- Dedicación de los terrenos adyacentes

Los factores que determinan la capacidad de los usos agrícolas dependen de su potencial productivo y de las restricciones que pueden limitar su producción. Los principales son:

- Tamaño y forma del terreno.
- Pendiente.
- Morfología del entorno.
- Características del sustrato.

En las restauraciones de espacios agrícolas deberá de considerarse la profundidad de suelo fértil, las posibles enmiendas, la pedregosidad y el nivel freático.

Por otro lado la capacidad forestal es menos restrictiva que la agrícola. Las condiciones generales de este uso son:

- Calidad del suelo.
- Profundidad del suelo.
- Climatología.
- Agua disponible.

## **6.2. Conservación de la naturaleza y reservas de vida silvestre**

Cuando los terrenos llevan un largo tiempo abandonado la colonización natural está muy avanzada y es entonces cuando la sociedad presiona para que se inicie la restauración. En estos casos es imprescindible realizar un estudio botánico y faunístico que permita determinar el estado evolutivo de la zona, su calidad y su fragilidad para así decidir cual será su uso final.

Los factores que influyen en el desarrollo de su uso son los siguientes:

- El uso de los terrenos adyacentes. Las restauraciones con fines de conservación natural pueden realizarse en una gran diversidad de terrenos, por lo que

pueden crearse interferencias y conflictos con los usos de los terrenos contiguos.

- El interés natural del área. Se tiene que conocer el tipo de vegetación y fauna de la zona, así como su abundancia y distribución para determinar así que especies podrán beneficiarse de las condiciones ofrecidas por la restauración.
- El tamaño y forma del territorio. Podría haber limitaciones en la elección de especies de fauna debido a la superficie disponible; en cuanto a la forma será mejor que se presenten formas irregulares ya que proporciona diversidad de hábitat y diversidad de paisaje.

### **6.3. *Uso industrial y urbanístico***

Se acogerán a este uso aquellas zonas excavadas próximas a áreas urbanas que pueden albergar actividades urbanísticas y comerciales.

Antes de comenzar a redactar un proyecto de restauración en estas áreas se debe de consultar en las oficinas municipales la posible existencia de planes de ordenación, con vistas a determinar la compatibilidad de los usos previstos.

Un aspecto importante que se debe de considerar es la existencia de accesos a la zona, ya que este tipo de usos conlleva una elevada densidad de tráfico.

Los factores que condicionan el desarrollo de este uso son los siguientes:

- Aspectos socioeconómicos.
  - Calificación del suelo y normativa urbanística.
  - Compatibilidad de usos con las zonas adyacentes.
  - Demanda social.
  - Cercanía a vías de comunicación.
- Aspectos físicos de la zona a restaurar.
  - Profundidad de nivel freático.
  - Riesgo de inundaciones.

- Capacidad portante y riesgo de subsidencia.
- Superficie y morfología del área.

#### **6.4. Uso recreativo**

Los terrenos abandonados ubicados en las proximidades de zonas residenciales, de interés natural o cultural pueden ser adecuados para actividades recreativas asociadas al disfrute de la naturaleza y la educación.

Los objetivos que deben de alcanzarse para asegurar así el éxito de la restauración con un fin recreativo son: la exclusividad, la responsabilidad ambiental, una integración equilibrada, viabilidad económica y flexibilidad.

Los factores que intervienen en la recuperación de estos espacios son los siguientes:

- Relativos al entorno. En primer lugar hay que tener en cuenta los usos que tienen los terrenos colindantes, para elegir la actividad recreativa más acorde con los mismos. Los principales aspectos a considerar son:
  - Situación del espacio a recuperar con respecto a lugares turísticos.
  - Origen de los usuarios.
  - Disponibilidad de servicios.
  - Planes de urbanismo.
  - Accesos.
  - Características fisiográficas.
  - Disponibilidad de agua.
  - Formaciones vegetales y especies dominantes.
  - Patrimonio cultural.
  - Características de la zona a restaurar.
  - Morfológicas: superficie disponible y topografía del terreno.
  - Hidrogeológica e hidrológica: calidad del agua, volumen de recursos hídricos, variaciones estacionales.

- Geotécnicas: estabilidad del terreno, cantidad de tierra vegetal, drenaje, asentamiento del terreno.
- Climáticas y ecológicas: dirección y fuerza del viento dominante, temperatura, tipo de vegetación.

### **6.5. Sanitario ambiental**

Los usos sanitarios ambientales más comunes son:

- Vertederos estériles y basuras

Cualquier actividad que proporcione huecos procedentes de excavaciones puede utilizarse para instalar zonas de vertido de forma controlada. Es muy importante tener en cuenta la permeabilidad del terreno.



**Figura 21.8;** Vertedero en La Gomera (Santamarta JC, 2009)

- Depósitos de agua y abastecimiento

Cuando la actividad existente genera grandes huecos, estos pueden ser utilizados para depósitos de agua con diversos fines (extinción de incendios, abastecimiento etc.) dependiendo de sus características.

Para finalizar con este apartado sobre los distintos usos que puede adoptar un espacio degradado, se debe considerar que en algún caso, el objetivo principal de la actuación es mejorar el acabado y conseguir así una integración paisajística y sin ningún tipo de uso. El caso más representativo es la restauración de los taludes de las carreteras.

## **7. Análisis de los distintos usos que pueden adoptar los terrenos degradados**

Para la evaluación y comparación de las distintas alternativas de usos se pueden seguir dos procesos:

### **1) Proceso secuencial**

Al tratarse de un proceso secuencial, después de cada etapa se tomará una decisión que permita el paso siguiente o el retorno a la etapa inicial.

El proceso es continuo por lo que puede ser necesario reformular escenarios alternativos, adquirir nuevos datos o redefinir los objetivos iniciales.

A continuación se desarrollan cuatro etapas:

- Primera etapa

El proceso comienza en una fase preliminar en la que se considerarán los aspectos sociales y económicos del entorno en el momento actual y en el futuro, lo cual descartará algún uso.

- Segunda etapa

Se realiza un análisis preliminar ambiental. Para ello se utilizará alguna de las metodologías de identificación de impactos y listas de chequeo que revisarán

los distintos factores ambientales, comprobando si existen limitaciones físicas que impidan algún uso de los planteados.

- Tercera etapa

Se realiza un análisis económico integro.

- Cuarta etapa

En ella se emplearán técnicas analíticas medioambientales y sociales para comparar los planes alternativos. Por ello debe de contemplarse la existencia previa de dos o más usos de los terrenos a recuperar.

## **2) Aproximaciones sucesivas**

- En primer lugar se valora el espacio degradado, considerando los factores naturales y culturales que puedan condicionar la restauración.
- Se recoge toda la información necesaria para caracterizar el estado inicial, que va a ser la base para la búsqueda de la solución global de restauración.
- Realizar una lista de los efectos que la actividad ocasionará.
- Comprobar que condiciones a de cumplir la zona que se va a restaurar.
- Realizar una tabla en la que se refleje todas las condiciones finales deseadas y las reflexiones entre ellas.
- Cuantificación de las variables.
- Elaboración de una hipótesis inicial del programa de restauración en la que se refleja un primer conjunto de formas y obras que consigan la condición deseada.
- Relacionar las condiciones y formas.
- Valoración de todas las etapas anteriores para ver si el proyecto de restauración es lo más próximo a la situación Ideal o no.

- Si el método se considera ideal, podrá darse por concluida la búsqueda de soluciones restauradoras.

## **8. Recuperación de espacios agrícolas marginales, deforestados y/o erosionados**

La degradación de estos espacios se encuentran generalmente en el medio rural y su estado actual ha sido consecuencia de la sobreexplotación tanto agrícola como forestal, manifestándose ésta por la ausencia de vegetación en este tipo de terrenos.

La vegetación juega un papel importante en el control de la erosión y en la protección y conservación del suelo debido a la influencia que ejerce sobre él, tanto en superficie, protegiendo y sujetando el suelo, como en profundidad, al incrementar la resistencia y la cohesión de los terrenos. (Mataix, 2008).

La instalación de vegetación nos permite resolver una serie de problemas que en el caso de las Islas Canarias son los siguientes:

- Estabilidad de pendientes.
- Control de la erosión hídrica.
  - Escorrentía superficial.
  - Cárcavas y barrancos.
- Control de la erosión eólica.
- Pantallas vegetales.
  - Cortavientos.
  - Antirruído.
- Protección de superficies y pisoteo.

A la hora de elaborar un proyecto de restauración, ante la degradación de este tipo de espacio, se pueden elegir entre tres alternativas:



- **Regeneración natural:** es aquella en la que no interviene la mano del hombre y por medio de la cual se obtiene una nueva masa proveniente de la dispersión natural de las semillas de una masa adulta cercana.
- **Repoblación:** es la introducción de especies forestales en un terreno mediante siembra o plantación. Puede ser forestación o reforestación.
  - **Forestación:** repoblación, mediante siembra o plantación, de un terreno que era agrícola o estaba dedicado a otros usos no forestales.
  - **Reforestación:** reintroducción de especies forestales, mediante siembra o plantación, en terrenos que estuvieron poblados forestalmente hasta épocas recientes, pero que quedaron rasos a causa de talas, incendios, vendavales, plagas, enfermedades u otros motivos.
  - Otros cultivos.

De todas estas soluciones, la repoblación (forestación o reforestación) es la opción más adecuada, ya que es la que de forma más rápida logra que se instale vegetación en el terreno, frenando así los procesos erosivos. En este tipo de espacios, el objetivo genérico de una repoblación forestal es la protección de la cual se obtienen beneficios indirectos como son mejora de la atmósfera, fomento de la diversidad etc., si bien más importante es la protección del suelo contra la erosión.

En **repoblaciones protectoras**, se realiza un estudio del estado erosivo del terreno, donde se determine las pérdidas de suelo en la actualidad y las que podría tener si es repoblado. Se basa en la ecuación de la USDA, y se toman como valores no admisibles los que superen 12 Tm / ha / año.

Las repoblaciones, independientemente de su objetivo, tienen una doble importancia: Ecológica (diversidad de especies; sujeción del suelo (freno de la erosión); hábitat para la fauna) y Económica (riqueza económica: madera, plantas aromáticas, productos apícolas, ganadería, frutos y hongos; riqueza social: trabajos forestales como repoblación, trabajos selvícolas, industria de los productos, prevención y extinción de incendios, y trabajos inducidos como turismo y ganadería).

## **9. Las repoblaciones**

La repoblación (forestación o reforestación) de un espacio degradado esta formado por una serie de técnicas y decisiones.

### **9.1. Especies a elegir**

Elegir previamente las especies a introducir es de gran importancia, ya que, si elegimos especies que no son compatibles con la estación donde se van a plantar, éstas morirán o se desarrollarán deficientemente y la repoblación será un fracaso. Por otro lado, también es necesario tener en cuenta el objetivo de la repoblación, pues hemos de elegir aquellas especies cuyas características cumplan los objetivos buscados.

En el caso de las repoblaciones protectoras, que se aplican en suelos muy degradados, con serias deficiencias en capacidad de retención de agua, fertilidad y permeabilidad, las especies elegidas deben de ser aquellas que puedan convivir con estos factores en sus primeras edades (frugales y xerófilas). Además en este tipo de repoblaciones es importante tener en cuenta el temperamento, las especies seleccionadas deben de tener la condición de temperamento Indiferente, es decir que soporten la insolación directa en las primeras edades, cualquier actuación encaminada a dotar de sombra artificial a las plantas es incompatible con este tipo de repoblaciones, al tratarse normalmente de superficies muy elevadas, disparándose el coste de la actuación.

Las nuevas masas que se instauren en estos espacios degradados deberán de ser masas mixtas y multietáneas, debido a que en estas masas son más estables frente a daños bióticos y abióticos que las masas monoespecíficas.

Además de la utilización de estas especies arbóreas, se podrá recurrir a especies arbustivas en una primera fase.

### **9.2. Densidad**

La densidad de introducción nunca puede estar condicionada por las existencias de vivero, por ello se debe de realizar previamente, una planificación de produc-

ción de planta. Además debe de ser calculada teniendo en cuenta criterios ecológicos y económicos.

### **9.3. Tratamiento de la vegetación preexistente**

Cuando la repoblación se efectúa sobre terrenos que no están cubiertos de una vegetación espontánea de gran densidad y desarrollo, no es necesario realizar operaciones específicas de eliminación de esta vegetación. Esto es debido a que la propia actuación de preparar el terreno es suficiente para reducir la competencia de la vegetación herbácea o leñosa de escaso porte.

## **10. Las técnicas de bioingeniería utilizadas en restauración**

### **10.1. Técnicas que utilizan la vegetación par el control de la erosión superficial.**

En un clima como el de las Islas Canarias la única técnica de bioingeniería que solo utilice la vegetación sería la hidrosiembra, ya que en el resto de los casos no se garantiza el resto de técnicas.

La hidrosiembra consiste en la proyección de una mezcla de semillas, agua, mulch, fertilizante y ligante mediante un cañón hidráulico para revegetar fuertes pendientes.

### **10.2. Técnicas mixtas para el control de la erosión y la estabilización**

#### **Geomallas**

Están construidas por fibras orgánicas degradadas con materiales naturales o sintéticos, formando una estructura polimérica. Las fibras naturales que la componen están unidas mediante ligaduras y pueden ser fibras de yute, de coco o de esparto. Las geomallas de materiales sintéticos están fabricadas por un proceso de tejido o extrusionado y pueden ser de polipropileno, poliéster o de polietileno.

### **Mantas orgánicas**

Están constituidas por una variedad de fibras degradables las cuales están entretejidas, pegadas o estructuralmente contenidas entre una o dos geomallas. Las fibras que las componen pueden ser fibras naturales como paja de cereales, fibra de coco o de esparto, fibras sintéticas de polipropileno, o una combinación de ellas y situadas entre las geomallas.

### **Geoesteras**

Están constituidas por filamentos de fibras sintéticas estables a los rayos UV o por una composición de materiales naturales o sintéticos. Están manufacturadas formando una matriz tridimensional muy resistente y de estructura permanente y permeable. Las geoesteras disponen de suficiente grosor y hueco para retener las partículas de suelo y permitir el desarrollo de raíces y tallos, formando una matriz viva.

### **Geoceldas**

Están constituidas por celdillas tridimensionales de polietileno de alta densidad o de poliéster. La geocelda, a diferencia de los anteriores geoproductos, no se presenta en rollos. Están fabricadas de tal manera que cuando las geoceldas se expanden en forma de acordeón, forman una estructura tridimensional cuya forma recuerda un panal de abejas.

## ***10.3. Técnicas que utilizan la vegetación combinada con materiales constructivos para la estabilización del terreno.***

### **Muros de escollera con vegetación**

Al ir construyendo las escolleras se insertan en los huecos estacas o plantones de distintas especies, embutidas en la tierra natural sobre la que apoya la escollera.

### **Gaviones con vegetación**

Se ejecutan los gaviones pero introduciendo a la vez estacas o plantones conectadas al terreno natural tras el gavión.

### **Muros de madera con vegetación**

Son muros de madera o rollizos ensamblados en los que se dejan unos huecos para emplazar estaquillas o plantas de ribera. También se conocen como muros KRAI-NER.

### **Gunitado verde**

Entre una red metálica de protección de fragmentos y la pared rocosa se proyecta una mezcla de tierra vegetal cementada, que posteriormente se hidrosiembra.

### **Gradas vivas**

Es un sistema laborioso y complejo apto para fuertes pendientes. Se levanta un enrejado con postes y vigas de madera que se apoya y se fija sobre un escarpe. Las celdas interiores se rellenan con tierra vegetal a la vez que se afianza mediante empalizadas trenzadas o lechos de ramaje, cosiendo toda la estructura.

## **11. Restauraciones hidrológicas inmediatas tras episodio de incendio forestal**

Los incendios constituyen uno de los agentes perturbadores más importantes y activos en los ecosistemas forestales. En Canarias, se producen numerosos episodios incendiarios en los bosques a lo largo del año, si bien es cierto que se concentran principalmente a lo largo de la estación estival, desde junio a septiembre.

El bosque de pinar no es el único que soporta el peso de los incendios, ya que éste también incide sobre el matorral de cumbre, matorral árido, tierras de cultivo y pastizales, monte verde de fayal-brezal, y otras. De entre todas ellas, únicamente el pinar y el fayal-brezal tienen una notable capacidad para regenerarse tras el paso de las llamas. El resto, al estar constituida por especies no adaptadas al fuego, puede tardar varias décadas en recobrar su equilibrio natural (Notario del Pino, 2007).

La restauración de superficies quemadas, de manera que las pérdidas sean mínimas, es obligatoria de acuerdo con la legislación vigente. Así, la Ley Básica de Montes (Ley 43/2003) establece que “las comunidades autónomas deberán garantizar las condiciones para la restauración de los terrenos forestales incendiados”.



**Figura 21.9.** ; Estado del monte quemado tras actuación.(Santamarta,2009)

El objetivo de las actuaciones post-incendio se basará en un primer momento en realizar actuaciones para poner freno a los procesos erosivos que se puedan originar como consecuencia de la pérdida de la cubierta vegetal tras el incendio forestal, más aún en un terreno como el volcánico con unas pendientes considerables, para así favorecer la recuperación de los ecosistemas degradados.

Tras un incendio en un medio insular y volcánico, se prevén pérdidas de suelo importantes cuando se produzcan lluvias. Por lo tanto la adopción de medidas inmediatamente posteriores al incendio a base de realización de empalizadas, albarradas o fajinas suelen ser bastante efectivas en este sentido.

Las lluvias, en Canarias con un régimen torrencial transportan aguas abajo ayudadas de las pendientes, la ceniza y el terreno suelto que ha quedado tras el incendio. Las pistas o carreteras cercanas a la zona afectada hacen de vías preferenciales a estos ríos de materiales sueltos que pueden llegar a colapsar carreteras principales y poblaciones. Un ejemplo serían las lluvias ocurridas tras los incendios de Fuencaliente en la isla de la Palma con la creación de problemas en la población por la avalancha de materiales.

Una vez se terminen este tipo de obras se pasará a eliminar la vegetación quemada, para poder realizar la posterior reforestación de las zonas con la elección de especies en cada caso y normativa vigente.

### **11.1. Albarradas o fajinas**

Alguno de los problemas que se han encontrado en estas restauraciones es el que se restaura la misma estructura y composición vegetal que la afectada por el incendio. Determinadas masas forestales que hace unas décadas tenían unos objetivos de producción de madera, hoy ya no la tienen, sin embargo, las medidas de restauración que se proyectan tienden a restituir el mismo tipo de masa forestal. En este sentido es interesante promover la participación de los distintos grupos de interés en la definición de los objetivos de la restauración siguiendo los consejos de la organización WWF.



**Figura 21.10.** ; Fajinas. (Santamarta, 2009)

## **12. El caso del Palmetum en la isla de Tenerife**

El caso que a continuación se expone es una compleja restauración de un relleno sanitario como parque botánico, aprovechando las singularidades del clima de las Islas Canarias. El *Palmetum* de Santa Cruz de Tenerife es un jardín botánico de 12 hectáreas de extensión con una cota máxima de 42 m sobre el nivel del mar, espe-

cializado en la familia de las palmeras y dividido en secciones biogeografías. Es el parque temático con la mayor colección de palmeras de Europa.

El *Palmetum* ocupa el espacio de un antiguo vertedero abandonado al lado del mar cerrado en 1983. Su conversión en jardín botánico fue comenzada en 1995, estando en la actualidad cerrado a la espera de fondos para su reforma y apertura. El objetivo general era transformar y mejorar una de las áreas más degradadas de la ciudad de Tenerife. Otro condicionante importante era que la ciudad de Tenerife iba creciendo hacia ese punto.

Los mayores problemas con los que se encontraron los técnicos encargados de este gran proyecto fueron inicialmente la falta de suelo fértil, que tuvo que ser transportado desde otras áreas de la isla, y la estabilidad de la montaña de residuos sólidos que fue solucionada mediante el calzado de la montaña con una defensa marítima. Por último, contra el efecto de los gases debidos a la fermentación residual, hubo que construir un sistema complejo de evacuación y quema de gases, para evitar que las elevadas temperaturas mataran a las plantas.

El *Palmetum* se ha convertido en un magnífico experimento de aclimatación, con la presencia de unos 1.200 taxones vegetales, siendo los más singulares los representados por la familia de las palmeras y especies de diversas partes del mundo como Las Antillas, Suramérica, Indochina, Nueva Guinea, Borneo...

### **Bibliografía consultada y referencias**

- COLEGIO DE INGENIEROS TÉCNICOS AGRÍCOLAS DE CATALUÑA, (2000) Técnicas mixtas de recubrimiento de taludes. Barcelona.
- GÓMEZ OREA D (2004). Recuperación de espacios degradados. Ediciones Mundi Prensa. Madrid.
- LOPEZ JIMENO C, (2008). manual de estabilización y revegetación de taludes. III Jornadas Forestales de Gran Canaria.
- NOTARIO DEL PINO J. (2007). [En línea]. El suelo y los incendios forestales. Universidad de La Laguna, [ref. de 15 Octubre 2010]. Disponible en Web: <http://webpages.ull.es/users/jnotario/CSCA/General/Soilfire.htm>
- VVAA. (2011). Apuntes del curso de restauración de espacios degradados. Universidad Politécnica de Madrid (tomo I y II).
- VELAZQUEZ PADRÓN C. (2004). *Proyecto de repoblación de enriquecimiento en el Brezal de San Cristina*. Servicio Técnico de Medio Ambiente. Cabildo de Gran Canaria.



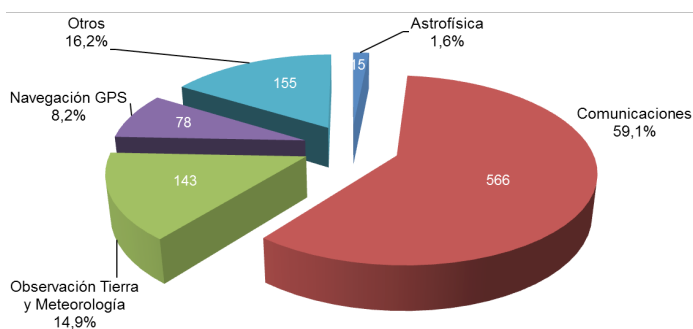
# Teledetección forestal en Canarias

Alfonso Alonso Benito

## 1. Introducción

Cientos de satélites observan la Tierra a diario. La ciencia o técnica de obtener información de la superficie terrestre sin entrar en contacto con ella, se denomina **teledetección**, o *percepción remota* (*remotesensing*).

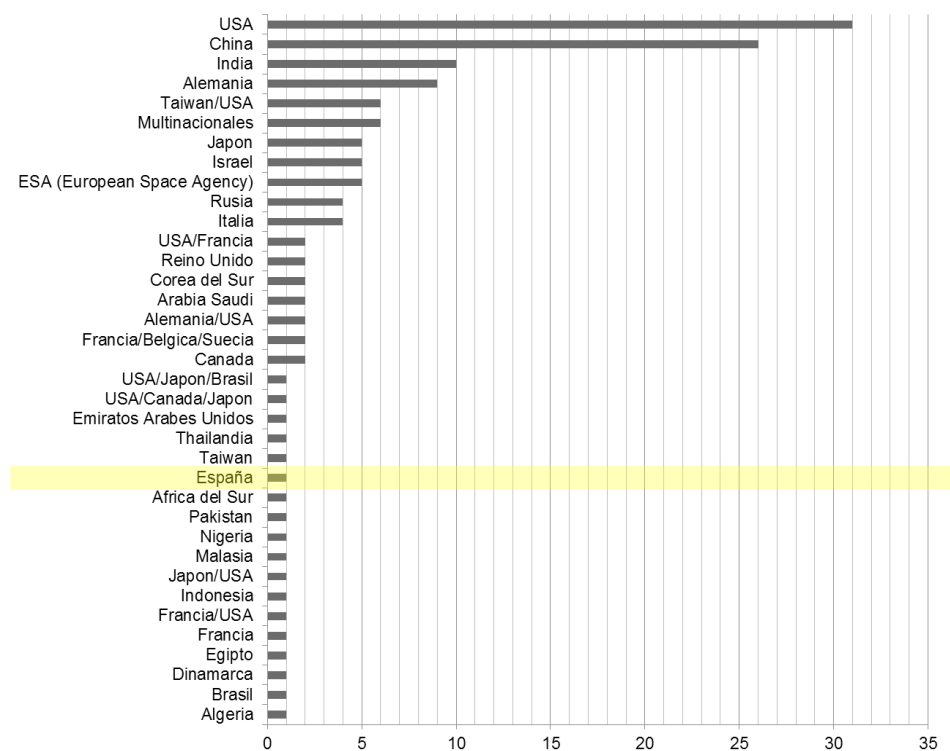
Según datos de la UCSUSA (Union of Concerned Scientists of United States of America, [www.ucsusa.org](http://www.ucsusa.org)), 957 satélites militares y civiles orbitan nuestro planeta (actualizado al 31 de enero de 2011), de los cuales un 15% se dedican exclusivamente a la observación de la superficie y la atmósfera de la Tierra (Figura 22.1 y Tabla 22.1).



**Figura 22.1;** Actividades de los satélites que se encuentran en órbita sobre la tierra, actualizados a 31 de enero de 2011. Datos tomados de [www.ucsusa.org](http://www.ucsusa.org).

El presente capítulo pretende mostrar el potencial y algunas de las principales aplicaciones de la teledetección realizadas en el sector forestal de Canarias. Para el lector interesado en profundizar en esta técnica le sugerimos consultar a Chuvieco, 2010, Mather, 1998, Lillesand *et al.*, 2008 o Campbell, 2007 entre otros.

Los satélites de teledetección son las plataformas donde se ubican los sensores capaces de detectar, caracterizar y cuantificar la energía que proviene de objetos situados en la superficie terrestre. En la Tabla 22.2 se muestran, cronológicamente, algunos de los principales satélites y sensores usados en teledetección.



**Tabla 22.1;** De los 143 satélites destinados a la observación de la tierra y/o meteorología, esta gráfica muestra la distribución por países elaborado con datos tomados de [www.ucsusa.org](http://www.ucsusa.org). España cuenta con 1 satélite, privado, propiedad de deimos ([www.deimos-space.com](http://www.deimos-space.com)).

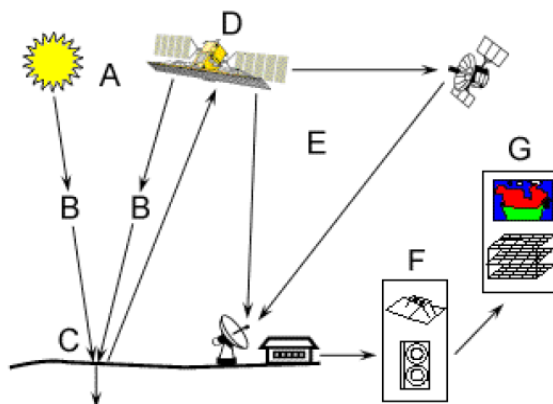
Año	Satélite (principales sensores a bordo)
1972	<b>ERTS-1</b> (MSS) posteriormente llamado <b>Landsat-1</b>
1975	<b>Landsat-2</b> (MSS)
1978	<b>Landsat-3</b> (MSS)
1979	<b>NOAA-6</b> (AVHRR)
1981	<b>NOAA-7</b> (AVHRR)
1982	<b>Landsat-4</b> (MSS)
1983	<b>NOAA-8</b> (AVHRR)
1985	<b>Landsat-5</b> (MSS, TM); <b>NOAA-9</b> (AVHRR)
1986	<b>SPOT-1</b> (HRV); <b>NOAA-10</b> (AVHRR)
1988	<b>NOAA-11</b> (AVHRR); <b>IRS-1A</b> (LISS I, LISS II)
1990	<b>SPOT-2</b> (HRV)
1991	<b>NOAA-12</b> (AVHRR); <b>IRS-1B</b> (LISS I, LISS II); <b>ERS-1</b> (ATSR, SAR)
1992	<b>JERS-1</b> (SAR, OPS)
1993	<b>SPOT-3</b> (HRV)
1994	<b>NOAA-14</b> (AVHRR)
1995	<b>ERS-2</b> (ATSR, SAR); <b>IRS-1C</b> (LISS III); <b>Radarsat</b> (SAR)
1997	<b>IRS-1D</b> (LISS III); <b>Seastar</b> (SeaWiFS)
1998	<b>SPOT-4</b> (HRVIR, Vegetation); <b>NOAA-15</b> (AVHRR)
1999	<b>Landsat-7</b> (ETM+); <b>IKONOS</b> (alta resolución); <b>Terra</b> (MODIS, MISR, ASTER); <b>CBERS-1</b> (WFI, CCD, IRMSS)
2000	<b>NOAA-16</b> (AVHRR); <b>EO-1</b> (Hyperion, ALI); <b>EROS A1</b> (EROS A1)
2001	<b>Quickbird-2</b> (alta resolución); <b>PROBA</b> (CHRIS)
2002	<b>SPOT-5</b> (HRG); <b>Envisat</b> (AATSR, ASAR, MERIS); <b>AQUA</b> (MODIS); <b>NOAA-17</b> (AVHRR)
2003	<b>ICESat</b> (GLAS); <b>CBERS-2</b> (WFI, CCD, IRMSS)
2006	<b>ALOS</b> (VSAR, AVNIR-2)
2007	<b>WorldView-1</b> (alta resolución); <b>Radarsat-2</b> (SAR); <b>CBERS-2B</b> (WFI, CCD, IRMSS)
2008	<b>GeoEye-1</b> (alta resolución)
2009	<b>WorldView-2</b> (alta resolución)
2011	<b>CBERS-3</b> (AWFI, IRMSS, PANMUX)

**Tabla 22.2:** Principales satélites y sensores que existen o han existido para la observación de la tierra aplicados a temas forestales adaptado de Boyd & Danson, (2005).

1.1. Proceso de teledetección

El proceso desde que el sensor capta una imagen hasta que llega a la mesa de trabajo, se esquematiza en la Figura 22.2. El sensor a bordo de un satélite (D) capta la energía que reflejan del Sol (A) o emiten los objetos en la superficie terrestre (C). A continuación, se transmite esta información a estaciones receptoras o a otros satélites que las retransmiten a la Tierra (E). Allí se limpian de ruido, se corrigen para

eliminar el efecto de la curvatura de la Tierra, se eliminan las interferencias de la atmósfera (B) y por último, se almacenan en bases de datos (F), desde donde pueden ser descargadas vía internet para diferentes aplicaciones (G).



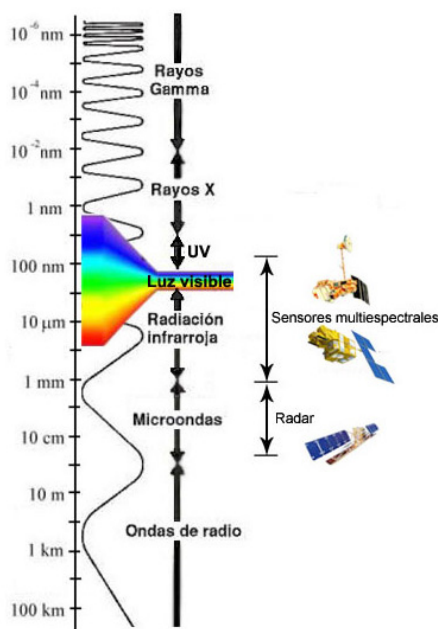
**Figura 22.2;** Esquema de funcionamiento de la teledetección. Imagen tomada de [www.ccrs.nrcan.gc.ca](http://www.ccrs.nrcan.gc.ca).

Las ondas electromagnéticas (Figura 22.3) que usa la teledetección son: visible, infrarrojo cercano (NIR), infrarrojo medio (SWIR), infrarrojo térmico (TIR) y microondas. Atendiendo a la forma de recibir la energía procedente de las distintas cubiertas, estos sensores pueden clasificarse en pasivos y activos. Los primeros reciben energía, y los segundos, emiten su propio haz de energía (Chuvieco, 2010).

Cualquier imagen obtenida a partir de un sensor presenta unas características comunes que es propia de cada uno; es lo que se denomina *resolución*. Esta resolución puede ser: espacial, espectral, radiométrica, temporal o angular.

La **resolución espacial** (m) se entiende como el objeto más pequeño que podemos distinguir en una imagen (Figura 22.4), y está determinada por el tamaño del píxel (*picture element*), medido en metros sobre el terreno, es decir, constituye la menor dimensión que el sensor es capaz de individualizar en la superficie terrestre.

Esta resolución espacial ha variado mucho en estos últimos años; así, actualmente existen varios sensores comerciales con resoluciones de 0,5x0,5 m (GeoEye-1 o WorldView-2), que permiten obtener productos con escalas de 1:5.000 e incluso 1:2.000.



**Figura 22.3;** Ondas electromagnéticas usadas en teledetección. Imagen tomada de <http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/>.

La **resolución espectral** indica la cantidad de bandas del espectro en las que el sensor es capaz de obtener información. Cuantas más bandas y más estrechas sean, mayor será la capacidad del sensor para facilitar la caracterización espectral de diferentes objetos.

De forma que tenemos sensores multispectrales como el ETM+ (Enhanced Thematic Mapper) o ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer), y sensores hiperespectrales como HYPERION (Hyperspectral Imager) que tiene 256 canales con un ancho de banda muy estrecho.

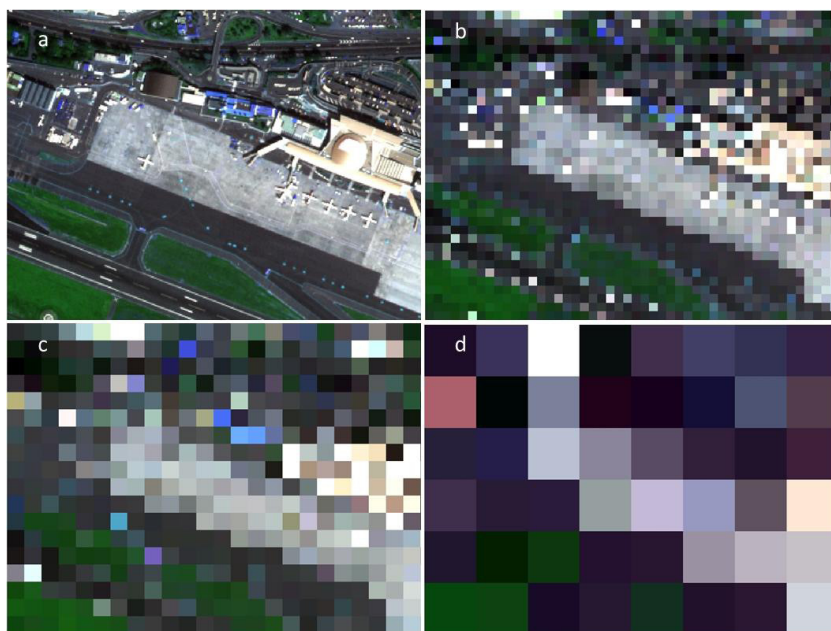
La **resolución radiométrica** (bits) es la sensibilidad del sensor para cuantificar la información que recibe, es decir, la cantidad de tonos de grises que el sensor es capaz de distinguir. La mayoría de los sensores tienen una resolución radiométrica de 256 niveles de grises u 8 bits. ( $2^8 = 256$ ). Es decir que la respuesta será cuantificada entre 0 (negro: ausencia de respuesta o de energía recibida) a 255 (blanco: máxima respuesta o energía recibida).

A modo de curiosidad, indiquemos que nuestros ojos no distinguen más de 64 tonalidades distintas de grises (6 bits de información), y existen sensores que presentan una resolución radiométrica de 11 bits, como WorldView-2 o Ikonos, e incluso de 16 bits en MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer).

La **resolución temporal** (días) es el tiempo que media entre dos pasadas sucesivas del satélite sobre un punto de la superficie terrestre, en similares condiciones geométricas de toma de la imagen.

Esta periodicidad varía mucho: Landsat TM (Thematic Mapper) pasa cada 16 días, SPOT HRV (High Resolution Visible) cada 26, QuickBird cada 2 días o NOAA AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) cada 12 horas.

La **resolución angular** ( $^{\circ}$ ) se refiere a la capacidad del sensor para observar la misma zona desde diferentes ángulos (Chuvieco, 2010). Son escasos los sensores multianulares, y su uso está muy focalizado a estudios de variables atmosféricas como espesores atmosféricos o procesos anómalos como invasiones de polvo sahariano (calima).



**Figura 22.4:** Imagen geoeye-1: a) 2 m, b) 15 m, c) 30 m y d) 90 m. a medida que aumenta la resolución espacial, se distinguen detalles del aeropuerto Tenerife Norte.

## 1.2. Aplicaciones de la teledetección

El potencial de la teledetección es enorme. Actualmente se utiliza en **agricultura** para obtener mapas de cultivos, hacer seguimiento de plagas, generar mapas de prácticas agrícolas o estimaciones de producción entre otros (Labrador *et al.*, 2010). En el campo de la **geología** se puede obtener información sobre la litología y composición de las rocas basadas en su respuesta espectral, mapas detallados de la topografía terrestre o rugosidad del terreno o información para planificar rutas de acceso a zonas mineras o seguimiento de las extracciones (Martínez *et al.*, 2005) o (Barreto *et al.*, 2010b). La **hidrología** también tiene su hueco en la teledetección, por ejemplo para el estudio del agua en la superficie terrestre, las coberturas de nieve o los glaciares entre otros. Las aplicaciones en **oceanografía** derivadas de la teledetección son muchas y variadas, pudiendo destacar la caracterización de corrientes marinas, tormentas, temperatura del agua, evaluaciones de recursos pesqueros y estado de la fauna, optimización de rutas marítimas o estudio de icebergs entre otros (Pingree & García-Soto, 2004), (Arbelo *et al.*, 1996 y 2007), (Ramos *et al.*, 2005), (Coca *et al.*, 2005). En **ordenación del territorio** se realizan estudios de recursos naturales, cartografiado o planificación de emergencias, fundamentalmente.

Para acabar con este breve repaso a las posibles aplicaciones de la teledetección, hemos dejado para el final el campo **forestal**, que da nombre al presente capítulo. Entre las principales aplicaciones, destacan:

- Cartografiado de masas forestales y/o combustibles.
- Inventarios dasométricos, incluyendo estimaciones de biomasa.
- Evaluaciones y cartografiado de zonas de corta y regeneración.
- Cartografiado de áreas quemadas.
- Cartografiado de infraestructuras.
- Discriminación de especies y su cartografiado.
- Cartografiado de zonas deforestadas.
- Protección de cuencas y zonas de ribera de ríos.

- Seguimiento y control de la salud de la masa forestal.
- Realización de índices de riesgo de incendios.
- Estudios del clima en masas forestales.
- Estudios de evapotranspiración en masas forestales.
- Detección temprana de incendios forestales.

En los siguientes apartados se expondrán algunos estudios realizados en las Islas Canarias por parte del Grupo de la Observación de la Tierra y la Atmósfera (GOTA) de la Universidad de La Laguna. Se ha intentado dar una explicación sencilla de los trabajos hechos, evitando entrar en cuestiones muy técnicas.

## **2. La teledetección forestal en Canarias**

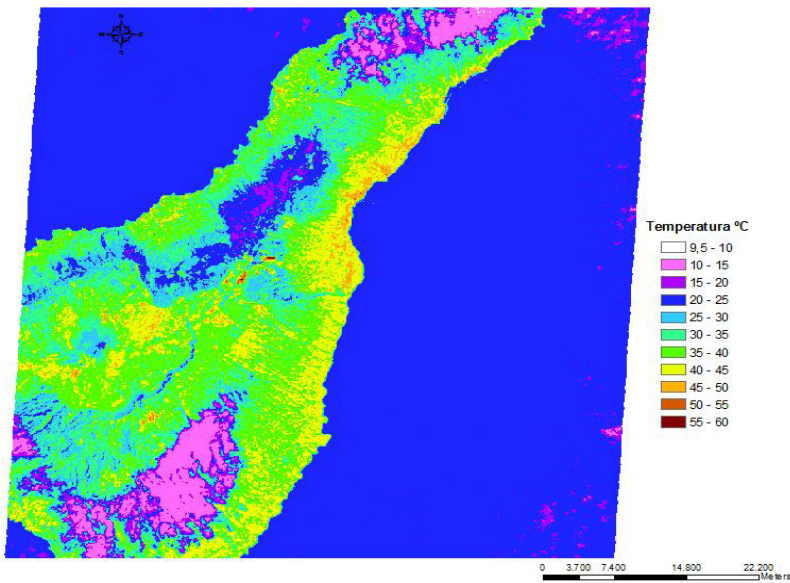
### **2.1. 2.1. La temperatura del bosque**

La temperatura de la superficie terrestre, o particularmente, la temperatura de la superficie de una masa forestal, es un parámetro muy complicado de obtener a partir de datos de satélite. Sin embargo, aún más complicado resultaría determinar ese parámetro con medidas realizadas *in situ*. La visión sinóptica que nos ofrece la teledetección supone un gran avance en este sentido, inalcanzable con cualquier otra técnica. Muchos trabajos han relacionado la temperatura forestal con índices de riesgo de incendio (Chuvieco *et al.*, 2004) o evapotranspiración (Rosselló & Ninyerola, 2004); e incluso su relación con plagas. Como mera curiosidad, citaremos el estudio de la variación de temperatura de un bosque de píceas tras sufrir un ataque de una especie de escarabajo perforador de Hais & Kučera (2008) en la frontera checo-alemana.

Con objeto de obtener un mapa de la temperatura de la superficie boscosa, mediante el uso de imágenes de satélite, Barreto *et al.*, (2010a) desarrolla una serie de algoritmos, válidos para Canarias, cuyo producto de salida es una capa de entrada a introducir en un sistema de información geográfica (SIG) que establece un índice de riesgo de incendios forestales.



La metodología propuesta obtiene la temperatura de la superficie del pinar canario (*Pinus canariensis* Chr. Sm. ex DC.) con imágenes del sensor ASTER (a bordo del satélite TERRA) y ha sido validada para la Isla de Tenerife. Este sensor presenta cinco bandas térmicas con resolución espacial de 90x90m. La Figura 22.5 muestra un ejemplo de la temperatura obtenida para una imagen del día 16 de abril de 2008.



**Figura 22.5;** Imagen de temperatura para la isla de Tenerife, tomada el 16 de abril de 2008.

## 2.2. Índices de riesgo de incendio

Un factor importante en la lucha contra incendios es el conocimiento del riesgo de incendio. En muchas comunidades autónomas de España se vienen desarrollando nuevos sistemas basados en técnicas SIG y teledetección para obtener índices dinámicos a tiempo casi real: Cataluña (Burriel *et al.*, 2006) o Castilla La Mancha (Copete *et al.*, 2011) entre otras. Sin olvidar el mapa diario que publica el Gobierno de España, durante la época de riesgo (primavera-otoño) en;

<http://www.inforiesgos.es/es/riesgos/situacion/incendios/>

En Canarias se están desarrollando índices estáticos para cada isla, a los que se les añade una componente dinámica basada en la estimación del estrés hídrico de los bosques a partir de los datos de los sensores NOAA-AVHRR y TERRA-MODIS (Hernández-Leal *et al.*, 2008) (González-Calvo *et al.*, 2007 y 2010). Hasta la fecha se han desarrollado estas herramientas para las islas de La Palma y Tenerife, analizando su potencialidad en algunos de los últimos grandes incendios ocurridos en estas islas (La Palma 2005 y 2009; Tenerife 2007).

Para generar el índice de riesgo estático FRSI (*Fire Risk Static Index*), se combinan en un modelo probabilístico varias capas temáticas más o menos constantes en el tiempo: capa de altitud, capa de distancia a carreteras, capa de insolación, capa de pendientes, capa de cobertura vegetal y estadísticas de incendios georreferenciadas. El resultado es un mapa de probabilidad de que se origine un incendio en un punto cualquiera del territorio (Fig. 22.6).

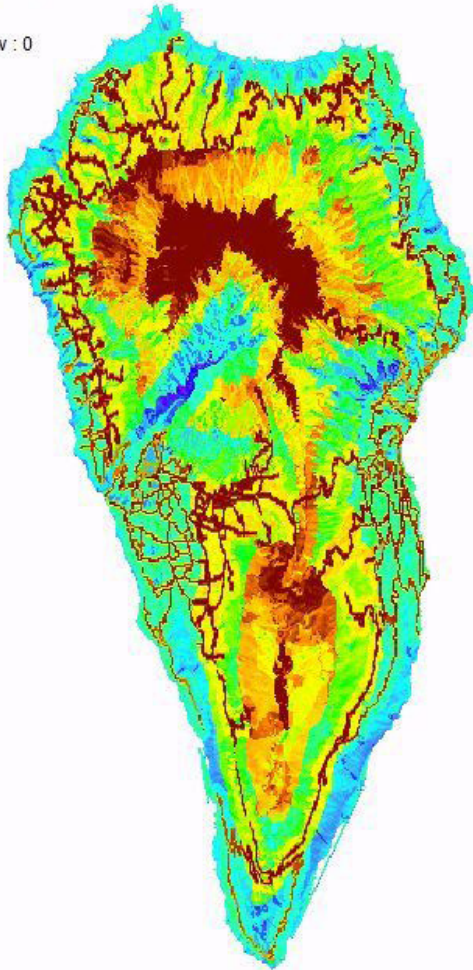
A partir del índice anterior, se elabora el índice de riesgo dinámico FRDI (*Fire Risk Dynamic Index*). La modulación dinámica del riesgo de incendio se logra utilizando los indicadores de estrés hídrico obtenidos a partir de datos de los satélites antes mencionados. Este índice FRDI (Fig. 22.7) es adimensional, con valores comprendidos entre 0 y 1, siendo mayor el riesgo de incendio cuanto mayor es el índice, y teniendo como expresión:

$$\text{FRDI} = (1 - \text{Índice de estrés Hídrico}) * \text{FRSI}$$

Analizando los últimos incendios ocurridos en las Islas desde 2005, se observa que el índice FRDI aumenta durante las semanas previas a la fecha de ocurrencia del evento, lo cual indica que puede utilizarse como índice de riesgo.

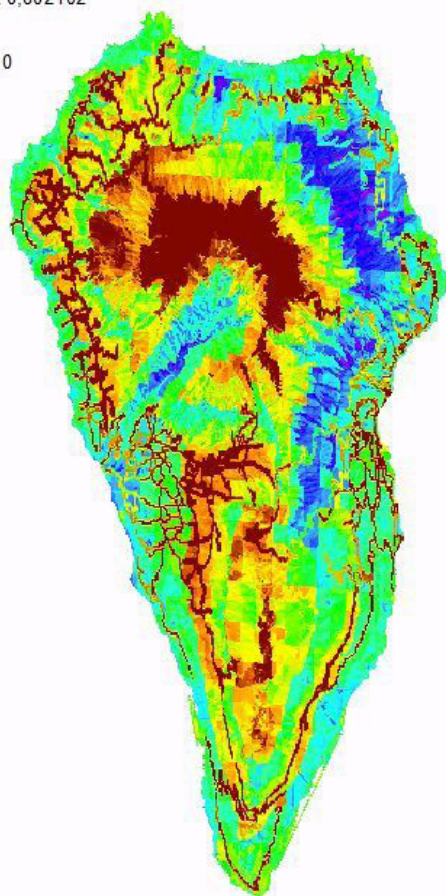
Actualmente se está terminando una mejora en la construcción del índice de riesgo estático y dinámico. Para ello se han incluido capas de tendido de líneas aéreas de alta tensión, de pistas forestales, de combustibles forestales (como se verá en otro apartado), temperatura de la superficie (apartado anterior) y mapa de predicción meteorológica a escala local (Díaz *et al.*, 2010).

### Índice de Riesgo Estático



**Figura 22.6;** Mapa de índice de riesgo estático FRSI para la isla de La Palma en septiembre de 2005. A mayor riesgo mayor valor del índice.

### Índice de Riesgo Dinámico



**Figura 22.7;** Mapa de índice de riesgo dinámico FRDI para la isla de La Palma, válido para la primera quincena de septiembre de 2005. Cuanto más próximo a 1, mayor riesgo.

### 2.3. Cartografiado de áreas quemadas

Por todos es sabido que los incendios forestales causan la destrucción de la riqueza natural y la quema de biomasa, aportando gran cantidad de partículas y gases a la atmósfera. Durante el período 2000-2009, en las Islas Canarias se han producido 92 conatos (incendios con superficie inferior a 1 ha), y 21 incendios anuales (superficie mayor o igual a 1 ha), lo cual ha producido anualmente una media de 4.910 ha de superficie quemada. Cada 5 o 10 años, aproximadamente, se producen grandes incendios (superficies superiores a 500 ha) (Tabla 22.3).

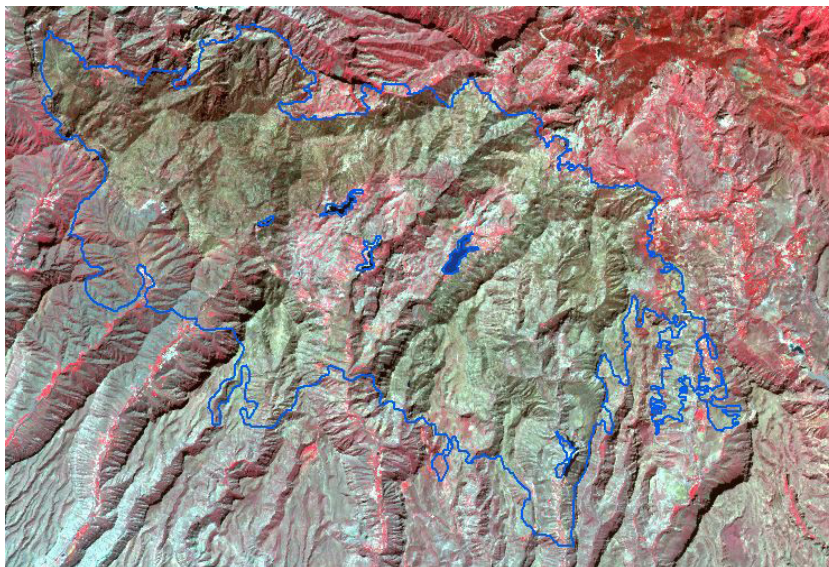
**Tabla 22.3;** Número de incendios y superficie afectada de grandes incendios en las Islas Canarias. Datos estadísticos tomados de [www.gobcan.es](http://www.gobcan.es).

		GRAN CANARIA	TENERIFE	LA PALMA	EL HIERRO
1983	Nº incendios		1		
	Superficie (ha)		5.895,00		
1988	Nº incendios	1			
	Superficie (ha)	1.000,00			
1990	Nº incendios			1	1
	Superficie (ha)			1.084,00	1.600,00
1994	Nº incendios			3	
	Superficie (ha)			1.663,90	
1995	Nº incendios		1		
	Superficie (ha)		932,20		
1998	Nº incendios		1	2	
	Superficie (ha)		1.101,58	1.750,00	
2000	Nº incendios			1	
	Superficie (ha)			3.912,50	
2005	Nº incendios			1	
	Superficie (ha)			1.890,00	
2006	Nº incendios				1
	Superficie (ha)				1.466,70
2007	Nº incendios	1	1		
	Superficie (ha)	18.672,90	16.820,63		
2009	Nº incendios			1	
	Superficie (ha)			3.464,33	
TOTAL SUPERFICIE QUEMADA		19.672,90	24.749,41	13.764,73	3.066,70

Son estos grandes incendios los que pueden ser cartografiados con técnicas de teledetección, tanto a tiempo real durante el proceso de extinción del incendio, o a posteriori, para estimar de forma rápida, precisa y económica el total de la superficie quemada, y establecer zonas de prioridad en la actuación posterior al incendio.

Para el cartografiado de superficies quemadas se aplican diferentes técnicas: a) comparación entre una imagen anterior y otra posterior al incendio; b) estudio de diferencias entre bandas espectrales originales o sintéticas; c) fijación de umbrales en las bandas originales (Huesca *et al.*, 2008); d) uso de algoritmos para clasificaciones automáticas (Alonso-Benito *et al.*, 2008); e) análisis de mezclas espectrales; f) generación de nuevos índices que distingan entre quemado y no quemado (Martín *et al.*, 2005).

En 2007 coincidieron dos grandes incendios en las islas de Gran Canaria y Tenerife, que afectaron casi a 36.000 ha (Figuras 22.8 y 22.9). Para el cartografiado se utilizaron imágenes del sensor MODIS y del sensor ASTER, ambos a bordo del satélite TERRA, tomadas a mediados de agosto de 2007. Por otro lado, el Cabildo de Tenerife proporcionó el perímetro real del incendio levantado con GPS y helicóptero, y el perímetro del incendio de Gran Canaria se obtuvo del satélite SPOT-5.



**Figura 22.8;** Imagen en falso color aster (RGB-321) del incendio de gran canaria (agosto de 2007). el perímetro del área quemada en color azul (obtenido del satélite SPOT-5).





**Figura 22.9;** Imagen en falso color aster (RGB-321) del incendio de Tenerife (agosto de 2007). el perímetro del área quemada en color azul (obtenido por GPS y helicóptero del cabildo de tenerife).

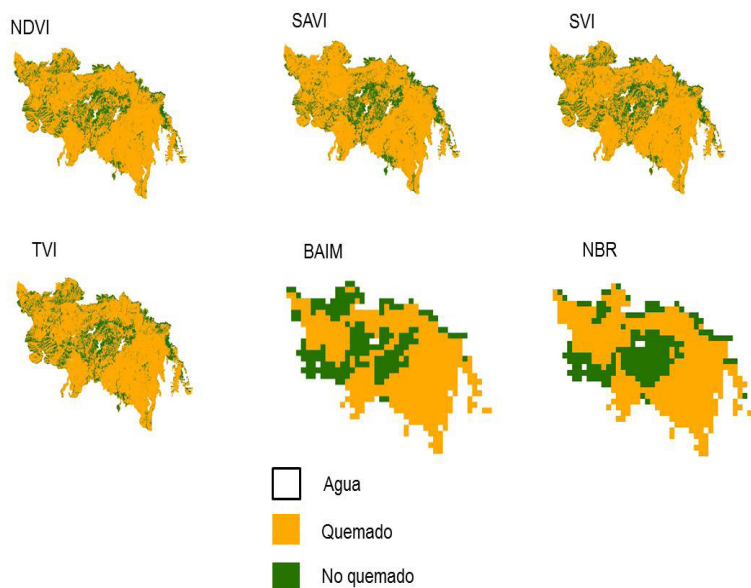
A partir de las bandas originales de MODIS y ASTER, se calculan diferentes índices de vegetación, los cuales son parámetros que se calculan a partir de los valores de la reflectividad (definida como la fracción del flujo de radiación incidente que es reflejado en la superficie) a distintas longitudes de onda y que pretenden extraer de los mismos la información relacionada con la vegetación minimizando la influencia de perturbaciones debidas al suelo y la atmósfera. Es decir, se combinan diferentes bandas originales del sensor; a modo de ejemplo, el índice más sencillo que se usa es un cociente entre la banda correspondiente al infrarrojo y la correspondiente al rojo (índice simple de vegetación).

Estos índices ayudan a discriminar las áreas quemadas de las que no lo están. En este trabajo se han usado: índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) (Rouse *et al.*, 1973) (Tucker, 1979), índice simple de vegetación (SVI) (Rouse *et al.*, 1973) (Tucker, 1979), índice de vegetación con ajuste por efecto del suelo (SAVI) (Huete, 1988), índice de área quemada para MODIS (BAIM) (Martín *et al.*, 2005) y el cociente normalizado de área quemada para MODIS (NBR) (Key & Benson, 1999).

Una vez obtenidas las nuevas imágenes con los índices anteriores, se determinan las categorías que se quieren discriminar; en la Isla de Tenerife se definen tres clases (quemado, no quemado y lavas) y en Gran Canaria otras tres (quemado, no quemado y agua), y las zonas de entrenamiento donde se aplican los diferentes algoritmos de clasificación.

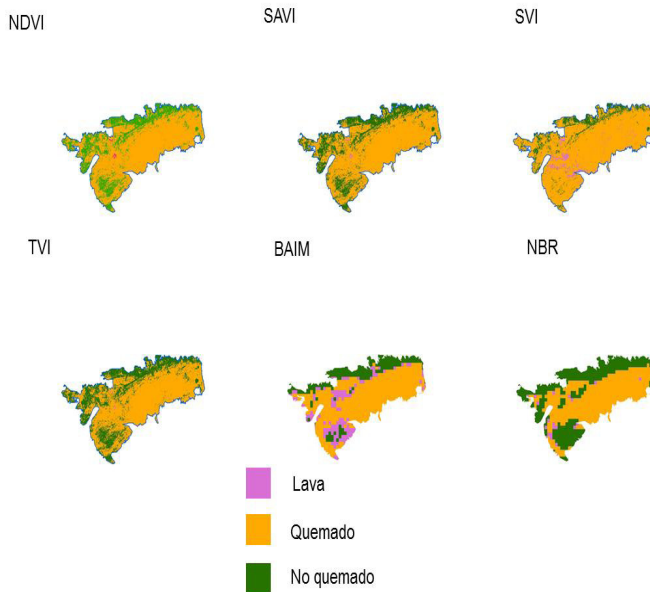
El resultado son las Figuras 22.10 y 22.11, donde se observan que para la Isla de Tenerife el índice TVI con el sensor ASTER ofrece una fiabilidad del 93%, y para el sensor MODIS, el índice BAIM ofrece una fiabilidad del 85% (esta diferencia se debe a la peor resolución espacial de la imagen). Y en la Isla de Gran Canaria, el índice SVI es el mejor con el 86% para ASTER, y en MODIS es el índice BAIM con 75%.

Esta diferencia de fiabilidad entre las islas se debe al tipo de vegetación existente: mientras que en el caso de Tenerife se vio afectado pinar húmedo, en el incendio de Gran Canaria la vegetación era típica del sur, pinar seco.



**Figura 22.10;** Clasificaciones para ASTER (SVI, NDVI, TVI Y SAVI) y MODIS (BAIM Y NBR) para el incendio de 2007 en Gran Canaria.





**Figura 22.11;** Clasificaciones para ASTER (SVI, NDVI, TVI Y SAVI) y MODIS (BAIM Y NBR) para el incendio de 2007 en Tenerife.

## 2.4. Inventarios dasométricos, incluyendo estimaciones de biomasa

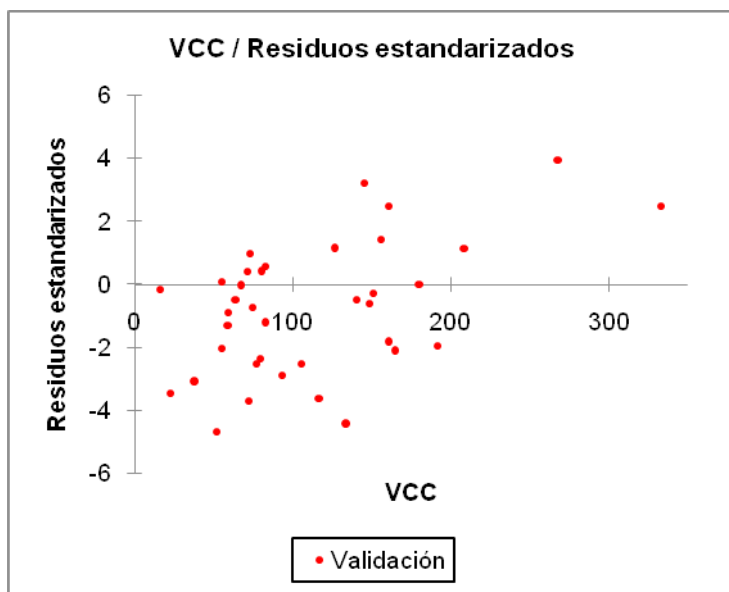
Hasta hace pocos años, los inventarios forestales se han realizado mediante trabajo de campo, que requieren mucho dinero, tiempo y personal. Con la entrada de la teledetección, se presenta un método de adquisición de información rápido y preciso, que puede permitir la realización de actualizaciones y una fácil integración con Sistemas de Información Geográficos.

Existen muchos estudios publicados sobre el tema usando diferentes sensores y aplicados a todo tipo de vegetación (para mayor información y referencias: Alonso-Benito *et al.*, 2010 y Gebreslasie *et al.*, 2010).

En la Isla de Tenerife se ha realizado un estudio piloto usando imágenes ASTER y datos de campo del III Inventario Nacional Forestal para estudiar las masas puras de Pino canario (*Pinus canariensis* C.Sm. Ex DC.) situadas al norte y al sur de la isla; para ello se tomaron 97 parcelas, de las cuales 57 se han usado para realizar los modelos, y 40 para validarlos.

Las variables dasométricas que se han analizado son la altura, la densidad de pies, el área basimétrica, el volumen de la madera en pie (volumen con corteza) y la fracción de cabida cubierta. Estas variables dependientes se cruzaron mediante técnicas estadísticas de regresión lineal múltiple con las 21 variables independientes que proceden de la imagen ASTER (algunas de estas variables fueron, las bandas del VNIR y SWIR, índices de vegetación, etc.), aplicando a cada centro de parcela del III IFN una ventana de 5x5 píxeles.

El resultado final es un modelo que estima la variable forestal para la Isla de Tenerife. En el caso de la altura y la densidad de pies, se deduce que no es aplicable la imagen ASTER, pues el coeficiente  $R^2$  no supera 0,45. Para la fracción de cabida cubierta se alcanzó un  $R^2$  de 0,6 con un error del 11%; podría considerarse como dato de aproximación al valor real. Y donde se obtuvo mejor resultado fue con el área basimétrica y el volumen de la madera en pie, alcanzando  $R^2$  un valor de 0,85 (Fig. 22.12).



**Figura 22.12;** Gráfica donde se pueden ver los residuos en función de los valores de volumen de madera en pie (VCC) para las parcelas de validación.

Actualmente, se está trabajando en dos líneas de actuación. Por un lado, aprovechando la posibilidad de la imagen esteoroscópica del sensor ASTER (la banda 3 del visible tiene esta posibilidad) se realiza un Modelo Digital de la Superficie, a partir del cual se extrae la altura de la vegetación. Y por otro lado, la aplicación de datos LiDAR (*Light Detection and Ranging* o *Laser Imaging Detection and Ranging*) (Jas-kierniak *et al.*, 2011 o Dalponte *et al.*, 2009) a los inventarios forestales.

## **2.5. Cartografiado de masas forestales y/o combustibles**

Los modelos de combustibles se entienden como la forma de comportarse de las diferentes estructuras vegetales ante un incendio (estos modelos se definen mediante estudios experimentales y/o análisis de fuegos reales).

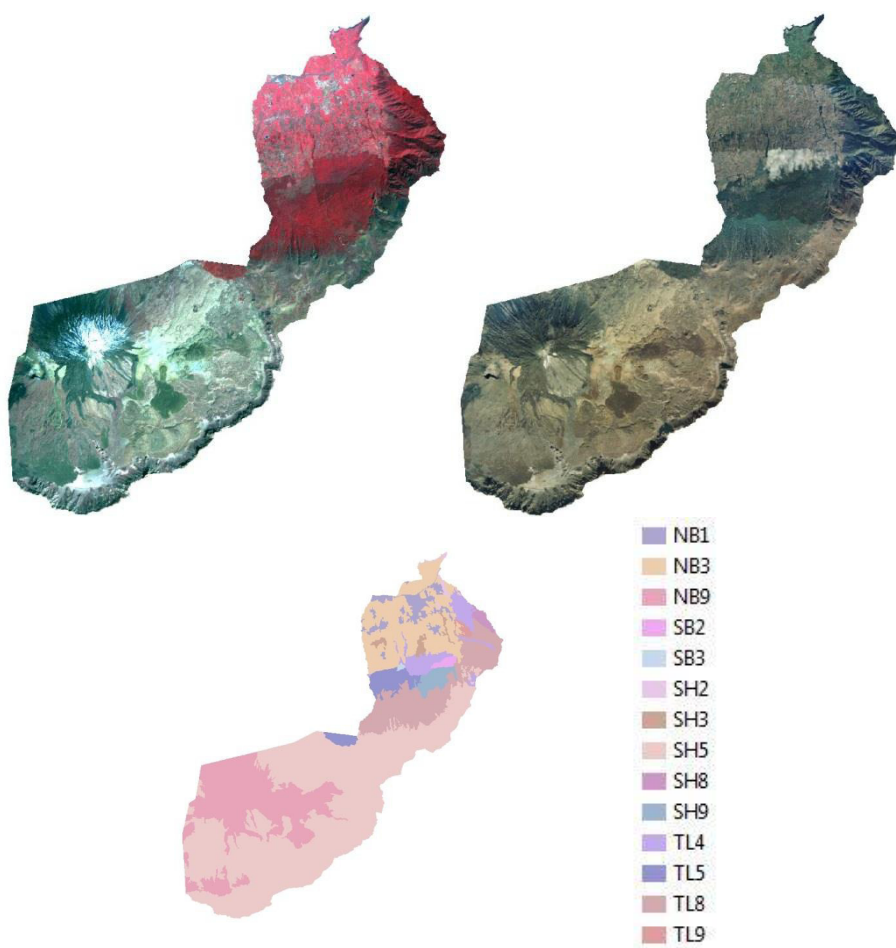
De todos es sabido y conocido que los incendios (sobre todo los grandes incendios), se apagan en invierno. Por ello, los gestores necesitan tener un conocimiento casi a tiempo real de cómo se encuentra el bosque. Actualmente los mapas de combustibles forestales existentes no se encuentran actualizados, ya que este proceso conlleva un gran aporte de dinero, personal y tiempo.

Estos mapas de modelos de combustibles son fundamentales para la gestión de incendios forestales, ya que programas como FARSITE, BehavePlus o FlamMap entre otros, necesitan esta capa de información para poder realizar modelizaciones de los incendios.

Actualmente existen muchos y diferentes tipos de formas de clasificar los modelos de combustibles (Arroyo *et al.*, 2008). Tanto en las Islas como en la Península, se usa desde hace años la clasificación BEHAVE de Rothermel, bien sea de forma tradicional con los 13 modelos clásicos, bien una adaptación a las características locales de la vegetación, como hace el Cabildo de Tenerife.

Hasta la fecha, se ha realizado una primera fase (Alonso-Benito *et al.*, 2011), en la cual se han usado imágenes de media resolución (imágenes del sensor ASTER) y una clasificación de modelos basada en Rothermel (la tradicional de 13 clases, actualizada en 2005 a 40). La zona de estudio de esta primera fase fue el municipio de La Orotava, y los datos usados se obtuvieron del III Inventario Forestal Nacional (en el cual cada parcela está clasificada de acuerdo a un tipo de combustible), apoyados en la información existente en el mapa de vegetación, el mapa de usos del suelo y ortofofos de GRAFCAN S.A., así como en el mapa forestal nacional para Tenerife. Con todo ello, y mediante técnicas de SIG, se elaboró un mapa de modelo de combustibles.

En este estudio se aplicaron clasificaciones orientadas al pixel y orientadas a objetos (agrupaciones de píxeles). El resultado final fue un mapa de combustibles elaborado de forma automática, cuya valoración se realizó mediante el uso de matrices de confusión, donde se compara el valor obtenido de la clasificación, con el valor que le correspondería en la realidad (Fig. 22.13).



**Figura 22.13;** a) Ortofotografía de la orotava de 2003, b) Imagen aster rgb (321) también de 2003 y c) Mapa de combustibles obtenido por clasificación automática agrupando los píxeles (orientada a objetos).

Si comparamos los mapas obtenidos mediante clasificadores orientados al pixel, se obtiene una fiabilidad del 83%, aumentando al 95% cuando se usan clasificadores orientados al objeto. Si se comparan los resultados de los distintos modelos, en el primer caso el rango oscila entre el 54 y 98%, mientras que con la orientación a objetos, el rango oscila desde el 95 al 98%. Esta menor variabilidad es debida a que la clasificación es mejor, ya que se puede trabajar con información adicional al pixel, como puede ser la textura o la rugosidad, así como obtener información de capas externas como altura del terreno, entre otras.

En la segunda fase del proyecto, actualmente en elaboración, y analizando los resultados antes descritos, se estudia la capacidad de imágenes de muy alta resolución del sensor WorldView-2 y datos LiDAR, para hacer mapas de combustibles usando la clasificación de Prometheus (esta clasificación se basa en la diferencia de altura de la vegetación, para establecer 7 tipos de modelos).

### **3. Conclusiones**

Han pasado muchos años desde la primera parte del siglo XX, desde que se realizaron los primeros mapas forestales mediante fotografía aérea, dando así inicio a la teledetección forestal; aún tuvieron que pasar algunas décadas para ver el lanzamiento del primer satélite de sensores para la vigilancia de los recursos terrestres (ERTS, Earth Resources Technology Satellite) en 1973. Hasta la fecha ha habido avances significativos en la tecnología de la teledetección, que han permitido que se puedan estudiar y evaluar recursos forestales desde escalas locales a globales.

De forma general los datos obtenidos por teledetección de los bosques se clasifican en tres niveles de detalle. Un primer nivel se refiere a la información sobre la extensión espacial de la cubierta forestal, que se puede utilizar para evaluar la dinámica del bosque; el segundo nivel proporciona información sobre especies existentes en las zonas forestales; y el tercer nivel da información sobre las propiedades biofísicas de los bosques. La evaluación de toda esta información forestal a lo largo del tiempo, permite el seguimiento integral de los recursos forestales.

El uso de la teledetección en comparación con los métodos tradicionales, conlleva los siguientes beneficios:

- Los datos se adquieren de forma rápida y con mayor frecuencia.

- El procesado de los datos se realiza de forma más automática y rápida.
- Mayor intensidad de muestreo, con lo cual se podrían generar mapas con mayor resolución espacial y cada menos tiempo.

Sin embargo, todas estas ventajas presentan dos importantes inconvenientes. Por un lado, un incremento de costo de las imágenes, sobre todo, cuanto más bajamos de nivel, es decir, cuanto más próximos se encuentren a escala local (en nuestro caso de isla). Si bien es cierto que hay imágenes gratuitas en servidores online, como es el caso de los sensores TERRA-MODIS y AQUA-MODIS, otras suponen 3.500 € por escenas de 100 km<sup>2</sup> como es el caso de WorldView-2 (si hacemos un rápido calculo, 2.034 km<sup>2</sup> de superficie de la Isla de Tenerife por 3.500 €, supone un coste superior a los 7 millones de euros).

Y por otro lado, las técnicas de interpretación y procesado de las imágenes deben estar muy bien desarrolladas, para reducir el coste de la interpretación manual e incrementar la velocidad de ofrecer el resultado al usuario final.

No debemos olvidar que la teledetección tiene sus limitaciones. Por ejemplo, las nubes o las invasiones de calima, lo cual que hace, que en el caso de las Islas Canarias, no sea sencillo disponer de imágenes aptas para su procesado.

La combinación de los nuevos sensores, nuevas técnicas de análisis, y nuevos avances en la ciencia de teledetección, permiten asegurar un papel fundamental para esta ciencia en diferentes aplicaciones, tales como cartografía, vigilancia o gestión de los bosques y sus recursos. Sin embargo, el verdadero éxito de la teledetección vendrá cuando los resultados de la investigación se transfieran a las organizaciones que tienen el poder de utilizar esta información y decidir la política con la que gestionar de forma sostenible el uso de los recursos forestales.

En este capítulo se han dado unas pequeñas pinceladas del trabajo que se está desarrollando actualmente en las Islas Canarias (los resultados de la investigación), y hacer ver el enorme potencial que presenta y presentará la teledetección en el ámbito forestal; inventarios forestales, mapas de combustibles, mapas de vegetación, índices de riesgos de incendios, cartografiado de áreas quemadas o seguimiento de plagas entre otros. De acuerdo a lo antes dicho, falta por dar el paso más importante: la transferencia de toda esta información a los gestores, y en definitiva a la sociedad.

## Bibliografía consultada y referencias

- ALONSO-BENITO, A., HERNÁNDEZ-LEAL, P.A., GONZÁLEZ-CALVO, A., ARBELO, M. & BARRETO, A., (2008). *Analysis of different methods for burnt area estimation using remote sensing and ground truth data*. In proceedings 2008 IGARSS (International Geoscience & Remote Sensing Symposium), July 6-11, Boston, MA (USA). Pp. 828-831. ISBN: 978-1-4244-2808-3.
- ALONSO-BENITO, A., ARBELO, M., HERNÁNDEZ-LEAL, P.A., GONZÁLEZ-CALVO, A. & LABRADOR-GARCIA, M., (2010). *Determinación de variables dasométricas con imágenes ASTER en la Isla de Tenerife*. XIV Simposio International SELPER, 8-12 noviembre. Guanajuato, Gto., México. (Nº pp. 9). ISBN: 978-607-441-100-3.
- ALONSO-BENITO, A., ARROYO, L., ARBELO, M., HERNÁNDEZ-LEAL, P. & GONZÁLEZ-CALVO, A., (2011). *Pixel and object based classification approaches for mapping forest fuel types in Tenerife Island from ASTER data*. No publicado, pendiente de aceptación.
- ARBELO, M., HERRERA, F., EXPÓSITO, F.J., CASELLES, V. & COLL, C., (1996). *Determination of sea surface temperature using combined TOVS and AVHRR data. Application to the Canary Islands area*. *Spain*. International Journal of Remote Sensing, Vol. 17, Nº 2. Pp. 359-371.
- ARBELO, M., BARRETO, A., HERNÁNDEZ-LEAL, P., ARVELO-VALENCIA, L. & GONZÁLEZ-CALVO A., (2007). *Mejora en la estimación de la TSM usando datos de velocidad de viento desde satélite*. XII Congreso Nacional de Teledetección: Teledetección. Hacia un mejor entendimiento de la dinámica global y regional, 19-21 septiembre. Eds., R. Rivas, A. Grisoto y M. Sacido. Mar del Plata, Argentina. Pp. 407-412. ISBN: 978-987-543-126-3.
- ARROYO, L., PASCUAL, C. & MANZANERA, J., (2008). *Fire models and methods to map fuel types: The role of remote sensing*. Forest Ecology and Management 256(6), Pp. 1239-1252.
- BARRETO, A., ARBELO, M., HERNÁNDEZ-LEAL, P., NUÑEZ-CASILLAS, L. & GONZÁLEZ-CALVO, A., (2010a). *Estimating forest surface temperature: a case study in Canary Islands (Spain)*. In proceedings ISPRS Commission VII Mid-Term Symposium 'Networking the World with Remote Sensing', Volume XXXVIII, Part 8, 9-12 August 2010, Kyoto, Japan. Pp. 665-668. ISSN 1682-1777
- BARRETO, A., ARBELO, M., HERNÁNDEZ-LEAL, P.A., NUÑEZ-CASILLAS, L., MIRA M. & COLL, C. (2010b). Evaluation of surface temperature and emissivity derived from ASTER data: a case study using ground-based measurements at a volcanic site. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, Vol. 27, No. 10, Pp. 1677-1688.
- BOYD, D.S. & DANSON, F.M., (2005). *Satellite remote sensing of forest resources: three decades of research development*. Progress in Physical Geography 29, 1 (2005), Pp. 1-26.
- BURRIEL MORENO, J.A., CASTRO DORIA, F.X., MATA BRETÓN, T., MONTSERRAT AGUADE, D., GABRIEL DE FRANCISCO, E. & IBÁÑEZ I MARTI, J.J. (2006). *La mejora del mapa diario de riesgo de incendio forestal en Cataluña*. En Camacho, M.T., Cañete, J.A. y Lara, J.J. (editores): El acceso a la información espacial y las nuevas tecnologías geográficas, XII Congreso Nacional, Granada, Editorial Universidad de Granada, 2006, Pp. 651-666. ISBN: 84-338-3944-6.
- CAMPBELL, J.B. (2007). *Introduction to remote sensing*. Guildford Press. New York, NY, USA. 4th Ed. 626 Pp. ISBN: 159385319X.
- CHUVIECO, E., COCERO, D., RIAÑO, D., MARTÍN, M.P., MARTÍNEZ-VEGA, J., RIVA, J., & PÉREZ, F., (2004). *Combining NDVI and Surface Temperature for the estimation of live fuel moisture content in forest fire danger rating*. Remote Sensing of Environment. Volume 92, Issue 3, August 2004, Pp. 322-331.
- CHUVIECO, E. (2010). *Teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio*. Ariel Ciencia, Editorial Ariel, Barcelona, Nueva Edición Actualizada. 528 pp. ISBN: 978-84-344-3498-1.
- COCA, J., RAMOS, A.G., REDONDO, A. & ZEEBERG, J.J., (2005). Relación entre los eventos oceánicos observados a partir de datos de satélite y la pesquería de alacha (*Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847) en aguas de Mauritania. XI Congreso Nacional de Teledetección: Teledetección. Avances en la observación de la Tierra, 21-23 septiembre. Eds., M. Arbelo, A. González y J.C. Pérez. S/C Tenerife, España. Pp. 149-152. ISBN: 84-609-6894-4.

- COPETE CARREÑO, M.A., MONREAL MONTOYA, J.A., SELVA DENIA, L.M., CERNUDA-MIGOYA, F. & JORDÁN GONZÁLEZ, E., (2011). *Mapa de riesgo potencial de incendios forestales de Castilla-La Mancha*. FORESTA. Nº 47-48 Especial Castilla La Mancha. Pp. 164-167.
- DALPONTE, M., COOPS, N.C., BRUZZONE, L. & GIANELLE, D., (2009). *Analysis on the use of multiple returns LiDAR data for the estimation of tree stems volume*. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth observations and Remote Sensing (JSTARS), Vol. 2 (4), Pp. 310-318.
- DÍAZ, J.P., GONZÁLEZ, A., EXPÓSITO, F.J. & PÉREZ, J.C., (2010). *Evaluation of the WRF model for precipitation downscaling on orographic complex islands*. European Geosciences Union General Assembly 2010, 2-7 May Viena, Austria. Vol. 12, EGU2010-1004.
- GEBRESLASIE, M.T.; AHMED, F. & VAN AARDT, J.A., (2010). *Predicting forest structural attributes using ancillary data and ASTER satellite data*. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 12S, 2010, Pp. S23-S26.
- GONZÁLEZ-CALVO, A., HERNÁNDEZ-LEAL, P.A., ARBELO, M., BARRETO, A. & ARVELO-VALENCIA, L., (2007). *Evaluación del riesgo de incendios forestales en las Islas Canarias usando datos AVHRR y MODIS*. XII Congreso Nacional de Teledetección: Teledetección. Hacia un mejor entendimiento de la dinámica global y regional, 19-21 septiembre. Eds., R. Rivas, A. Grisoto y M. Sacido. Mar de Plata, Argentina. Pp. 27-33. ISBN: 978-987-543-126-3.
- GONZÁLEZ-CALVO, A., HERNÁNDEZ-LEAL, P.A., ARBELO, M., ALONSO-BENITO, A. & BARRETO, A., (2010). Indicadores de estrés hídrico obtenidos desde satélite en la estimación del riesgo de incendio forestal en el marco del Proyecto SATELMAC. XIV Simposio Internacional SELPER, 8-12 noviembre. Guanajuato, Gto., México. (Nº pp. 6). ISBN: 978-607-441-100-3.
- HAIS, M. & KUČERA, T., (2008). Surface temperature change of spruce forest as a result of a bark beetle attack: remote sensing and GIS approach. European Journal of Forest Research. Vol. 127, Nº 4. Pp. 327-336.
- HERNÁNDEZ-LEAL, P.A., GONZÁLEZ-CALVO, A., ARBELO, M., BARRETO, A. & ALONSO-BENITO, A. (2008). *Sinergy of GIS and Remote Sensing data in forest fire danger modeling*. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth observations and Remote Sensing (JSTARS), Vol. 38 (4), Pp. 240-247.
- HUESCA, M., GONZÁLEZ-ALONSO, F., CUEVAS, J.M. & MERINO-DE-MIGUEL, S., (2008). Estimación de la superficie quemada en los incendios forestales de Canarias en 2007 utilizando sinérgicamente imágenes MODIS y anomalías térmicas. Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales. 17(3). Pp. 308-316.
- HUETE, A. R., (1989). *Soil influences in remotely sensed vegetation canopy spectra*. Theory and Applications of Optical Remote Sensing. G. Asrar, John Wiley and Sons, New York, pp. 107-141.
- JASKIERNIAK, D., LANE, P.N.J., ROBINSON, A. & LUCIEER, A., (2011). *Extracting LiDAR indices to characterize multilayered forest structure using mixture distribution functions*. Remote Sensing of Environment. Volume 115, Issue 2, February 2011, Pp. 573-585.
- KEY, C. & BENSON, M., (1999). The Normalized Burned Ratio, a Landsat TM radiometric index of burn severity incorporating multi-temporal differencing. U.S. Department of the Interior Northern Rocky Mountain Science Center.
- MALTHUS, T.J., SUÁREZ-MINGUEZ, J., WOODHOUSE, I.H. & SHAW, D.T., (2002). *Review of remote sensing in commercial forestry*. Final report, October 2002 for the Forestry Commission. Pp. 142.
- MARTÍN, M. P., GÓMEZ, I. & CHUVIECO, E., (2005). *Performance of a burned-area index (BAIM) for mapping Mediterranean burned scars from MODIS data*. In proceedings of the 5th International Workshop on Remote Sensing and GIS applications to Forest Fire Management: Fire Effects Assessment. (Zaragoza), GOFC-GOLD, EARSeL. Pp. 193-198.
- MARTÍNEZ, G.A., KYUN, I. & HERNÁNDEZ-DURÁN, G., (2005). *Identificación de litologías volcánicas utilizando imágenes ASTER en Las Cañadas del Teide*. XI Congreso Nacional de Teledetección: Teledetección. Avances en la observación de la Tierra, 21-23 septiembre. Eds., M. Arbelo, A. González y J.C. Pérez. S/C Tenerife, España. Pp. 451-454. ISBN: 84-609-6894-4.
- LABRADOR GARCÍA, M., ARBELO, M., EVORA BRONDO, J.A., HERNÁNDEZ-LEAL, P. & ALONSO-BENITO, A., (2010). *Agricultural land-use mapping using very high resolution satellite images*



- in Canary Islands*. In proceedings 38th COSPAR Scientific Assembly. Held 18-15 July 2010, in Bremen, Germany, P.6.
- LILLESAND, T.M., KIEFER, R.W. & CHIPMAN, J.W. (2008). *Remote Sensing and Image Interpretation*. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA. 6th Ed. 756 pp. ISBN: 0470052457.
- MATHER, P. M. (1988). *Computer Processing of Remotely-Sensed Images: an Introduction*. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA. 352 pp ISBN:0471906484.
- PINGREE, R. & GARCÍA-SOTO, C., (2004). Annual westward propagating anomalies near 26 degrees N and eddy generation south of the Canary Islands: remote sensing (altimeter/SeaWiFS) and in situ measurement. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 84 (6). Pp. 1105-1115. ISSN 0025-3154.
- RAMOS, A.G., COCA, J., REDONDO, A., MARTEL, A., SOLER, E., LORENZO, J.A., GONZÁLEZ-PAJUELO, J.M. & PETIT, M., (2005). Teledetección espacial de un Bloom inédito de la cyanobacteria *Trichodesmium erythraeum* Ehrenberg, en aguas del Afloramiento Noroccidental africano. XI Congreso Nacional de Teledetección: Teledetección. Avances en la observación de la Tierra, 21-23 septiembre. Eds., M. Arbelo, A. González y J.C. Pérez. S/C Tenerife, España. Pp. 145-147. ISBN: 84-609-6894-4.
- ROSELLÓ, J.C. & NINYEROLA, M., (2004). *Determinación de la evapotranspiración en Cataluña mediante el uso de la teledetección y los sistemas de información geográfica*. XI Congreso Métodos Cuantitativos, Sistemas de Información Geográfica y Teledetección. Tomo II Volumen 1. Eds. C. Conesa García, Y. Álvarez Rogel y J.B. Martínez Guevara. Murcia, 20-23 Septiembre 2004. Pp. 375-386 ISBN: 84-8371-487-6
- ROUSE, J.W., HAAS, R.H., SCHELL, J.A. & DEERING, D.W., (1973) *Monitoring Vegetation systems in the Great Plains with ERTS*. Proceedings 3rd ERTS Symposium, Vol. 1, Pp. 48-62.
- TUCKER, C.J., (1979). *Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation*. Remote Sensing of the Environment Volume 8, Issue 2, May 1979, Pp. 127-150.



# Los suelos forestales en islas volcánicas

José Asterio Guerra García

Antonio Rodríguez Rodríguez

Carmen Dolores Arbelo Rodríguez

## 1. Introducción

El suelo es un recurso natural no renovable que constituye la base funcional de todos los ecosistemas terrestres y, por lo tanto, juega un papel fundamental en el manejo sostenible de los bosques. Esta importancia es mucho mayor en los frágiles bosques de zonas volcánicas, donde los suelos mantienen un delicado equilibrio dinámico y ancestral con la vegetación que crece sobre ellos y donde los posibles impactos por parte del hombre desencadenan cambios irreversibles, tanto en las características singulares de los suelos y su calidad, como en la frágil estructura de la vegetación (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2009).

La evolución de los suelos en los bosques de la mayoría de las Islas Canarias ha sido un proceso que ha tenido lugar durante millones de años en los que las condiciones climáticas, el material de origen, la vegetación, la topografía y sobre todo el tiempo han ejercido un papel clave. Un cambio brusco en cualquiera de estos factores repercute en los otros y conlleva cambios en las propiedades del suelo y una pérdida de calidad, es decir, llevan a su degradación. Pero no siempre un suelo de baja calidad se debe equiparar a un suelo degradado, es importante distinguir entre suelos de baja calidad tras la interacción de diferentes procesos de degradación; suelos inmaduros, que se encuentran en una determinada fase de la evolución; y aquellos suelos de baja calidad, originados por un determinado proceso genéticos en unas condiciones ambientales particulares (Guerra, 2011).

Por ello, la degradación de los suelos ha de evaluarse teniendo en cuenta que la formación del suelo en unas condiciones ambientales determinadas constituye un proceso de sucesión ecológica *evolutiva*, con disminución de la energía libre hasta alcanzar un estado metaestable. Por el contrario, la degradación de los mismos, debido a la introducción de nuevas formas de energía en el sistema (cambios de uso, climáticos, etc.) constituye una sucesión ecológica *regresiva* que se aleja del estado metaestable con aumento de la energía libre del ecosistema.

En los sucesivos apartados de este capítulo se analizarán los diferentes tipos de suelos (clasificación FAO-WRB, 2006) que se encuentran en las principales formaciones boscosas de la isla de Tenerife: pinar, laurisilva y bosque termófilo. La descripción de los suelos en cada tipo de bosque, se realizará de acuerdo con el material geológico y la topografía de la zona y al mismo tiempo se describen los principales procesos de formación de los suelos y también aquellos de degradación, que se originan como consecuencia de cambios de uso en la cubierta vegetal (Guerra, 2011).

## 2. Los suelos de los bosques de pinar

Los bosques de pinar se extienden en la zona norte de la isla de Tenerife entre los 1.500 y 2.000 metros de altitud, mientras que en la zona sur abarcan una franja que va desde los 1.100 a los 2.000 metros de altitud, pudiendo descender el límite inferior de estos pinares, en algunas zonas, hasta los 700 metros de altitud, normalmente asociado a la presencia de materiales geológicos más recientes (figura 23.1) y se caracterizan por presentar unos suelos limosos, de profundidad variable, algo pedregosos y en la mayoría de los casos con características ándicas.

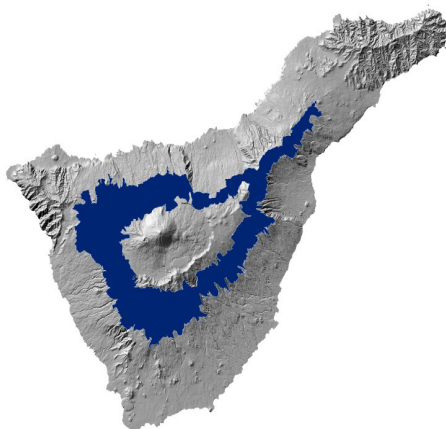


Figura 23.1; Ubicación de los pinares en la isla de Tenerife

## 2.1. Factores ambientales en la formación de los suelos de pinar

El material geológico sobre los que se desarrollan los suelos de pinar se caracteriza por ausencia de los materiales más antiguos, que se englobarían dentro de la serie I, predominando materiales relativamente jóvenes, pertenecientes a las series III y IV, siendo mayoritarias las superficies ocupadas por materiales sálicos (IGME, 1978) (Tabla 23.1).

**Tabla 23.1;** Materiales geológicos presentes en bosque de Pinar y superficie ocupada

MATERIAL	SERIE	EDAD	SUPERFICIE (%)
Coladas basálticas	II	Plioceno-Pleistoceno inferior	7,6
Coladas sálicas	II	Plioceno-Pleistoceno inferior	17,2
Coladas basálticas	III	Pleistoceno superior	25,3
Piroclastos basálticos	III	Pleistoceno superior	5,6
Coladas basálticas	IV	Holoceno	10,9
Coladas sálicas	IV	Holoceno	25,7
Piroclastos basálticos	IV	Holoceno	1,6
Piroclastos sálicos	IV	Holoceno	5,1
Depósitos aluviales / coluviales	-	Holoceno	1,3

En cuanto a la topografía de las zonas donde se asientan estas masas boscosas, al situarse en las partes altas de la isla, coinciden, en la zona norte, con áreas ocupadas por cabeceras de barrancos que surcan el paisaje, principalmente en dirección Sureste-Noroeste, por lo que la morfología característica de esta zona son barrancos de gran amplitud, que se intercalan con interfluvios de pendiente moderada. La zona sur se caracteriza por zonas de ladera de pendiente elevada, entre las que se intercalan barrancos de aspecto encajado, tan característicos de la vertiente sur de la isla.

La posición altitudinal de estos montes condiciona sus características climáticas. Por un lado, su lejanía del mar, reduce la acción atemperante que éste ejerce en otras zonas de la isla situadas en cotas inferiores. Como consecuencia, los contrastes térmicos entre el verano, más calurosos, y el invierno, que puede incluso registrar los mínimos térmicos de la isla, son considerables. Por otro lado, es de vital importancia la humedad aportada por el mar de nubes dado que, aunque su formación se produce con más frecuencia por debajo de la cota inferior de este bosque, son numerosos los días en los que las nieblas ascienden a cotas más altas aportando su humedad.

La presión del hombre sobre el pinar ha sido muy intensa principalmente a partir de la conquista de la isla, influyendo en el aspecto que presenta en la actualidad. Los impactos sobre estos montes comenzaron con la explotación local de la madera del pino canario. Otro de los impactos llevados a cabo sobre esta formación vegetal fue la producción de pez (Rodríguez-Delgado, 1991; Arco *et al.*, 1992). A esta actividad se unió la explotación maderera destinada a la exportación y que fue una de las principales fuentes de riqueza de la isla.

Otro de los usos de la formación dominante en este bosque y que se ha conservado hasta la actualidad es la extracción de pinocha con fines agropecuarios. Esta práctica es claramente negativa, desde el punto de vista ecológico, produciéndose el empobrecimiento del suelo y el aumento de la escorrentía, favoreciendo así los procesos erosivos (Ceballos & Ortuño, 1976).

En la actualidad, los incendios, en su mayoría provocados por el hombre, son el mayor peligro de alteración del paisaje de estos bosques (figura 23.2). Si bien la capacidad de regeneración del pino canario tras un incendio es elevada, el fuego puede cambiar la fisonomía del bosque al acabar con el sotobosque original y favorecer el establecimiento de especies pirófitas (Rodríguez-Delgado, 1991).



**Figura 23.2;** Evidencia de incendios en la corteza de los pinos

## 2.2. Procesos de formación y degradación de los suelos

A continuación describiremos las secuencias que siguen, tanto evolutivas como regresivas, los suelos del pinar, para cada uno de los materiales geológicos existentes y teniendo en cuenta el resto de factores formadores.

**Secuencias edáficas sobre coladas basálticas y sálicas de la serie II.-** Se trata de los materiales más antiguos encontrados en los bosques de pinar de la isla, donde el primer proceso edafogénético que aparece es la *Leptosolización* natural, proceso donde los suelos que se originan son siempre Leptosoles, ya que se encuentra impedida la intervención de otros factores de formación de suelos más evolucionados (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2004). Este proceso comienza con la disgregación física y mecánica del material de origen y su posterior alteración química, dando lugar a Leptosoles líticos (suelos someros de menos de 10 cms de espesor, con muy poca fracción fina y pedregosos). A medida que se acentúan los procesos de alteración y se favorece la acumulación de materia orgánica en superficie, se originan Leptosoles úmbricos (suelos similares a los anteriores pero con la aparición de una capa de restos vegetales poco descompuestos en superficie) (figura 23.3). Se trata de suelos con un horizonte úmbrico superficial caracterizado por un contenido moderado a alto en materia orgánica y por su baja saturación en bases debido a los procesos de lixiviación.

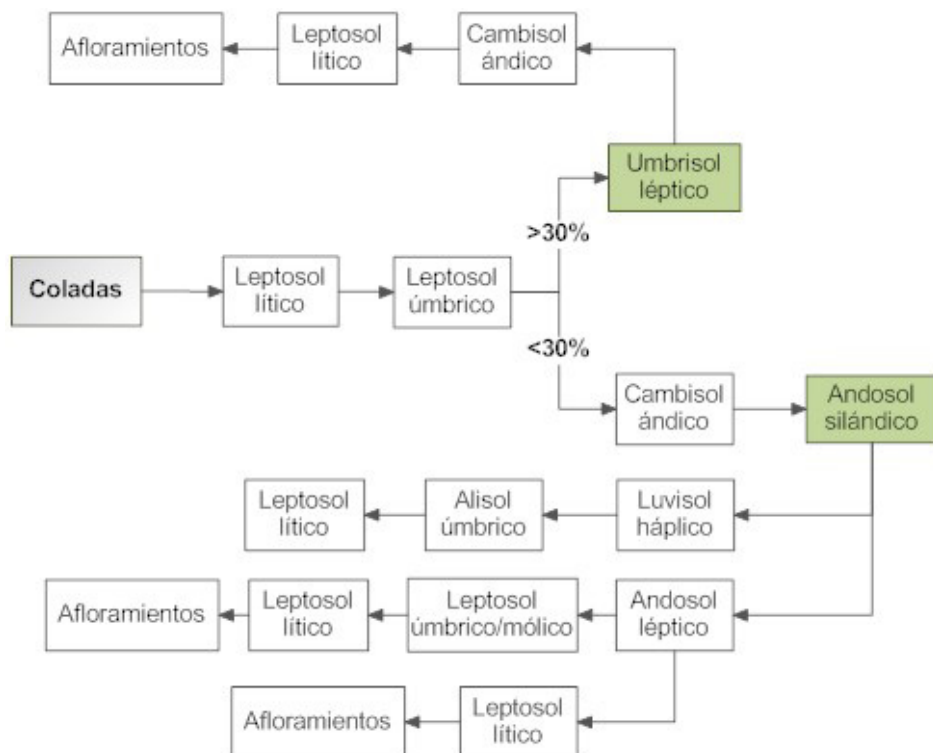
En este punto del proceso edafogénético adquiere una gran importancia el factor topográfico, de manera que a partir de esta fase evolutiva, se pueden considerar dos situaciones. Éstas son las zonas con pendientes abruptas (>30%) y las zonas de pendientes más suaves (<30%).

En pendientes abruptas, los procesos edafogénicos no van más allá de la acumulación de materia orgánica sobre los Leptosoles anteriormente descritos, dando lugar a Umbrisoles lépticos (suelos generalmente de menos de 50 cms de espesor y con un horizonte superficial muy orgánico, de color muy oscuro, casi negro, ligeramente ácido y desaturado). Se trata de suelos climácicos en estas situaciones que están caracterizados por un horizonte úmbrico superficial, sobre un horizonte subsuperficial mineral de alteración (figura 23.3).

Por otro lado, en las zonas de pendientes más suaves, tras la *Leptosolización* natural, comienzan a aparecer procesos de *Empardecimiento* (consiste en la formación de un horizonte propiamente edáfico, con una estructura y textura claramente diferente al material de origen), que dan lugar a Cambisoles ándicos (son los clásicos

suelos pardos con carácter ándico y se caracterizan por la presencia de una capa mineral de textura limosa, ligera tixotropía y un contenido moderado en minerales amorfos) (figura 23.3).

Sobre estos Cambisoles se han producido *Rejuvenecimientos* por aporte de material piroclástico procedentes de erupciones más recientes. Como consecuencia tiene lugar la *Andosolización* (Duchaufour, 1977; Shoji *et al.*, 1993), consistente en la formación de minerales amorfos y complejos Al-humus que dan lugar a Andosoles, principalmente Andosoles silándicos (se trata de los suelos de polvillo, característicos de los pinares de altitud en la isla, con un horizonte mineral de textura limosa y de alto contenido en alofanos silíceas y un horizonte superficial medianamente orgánico), que son los suelos climácicos en este tipo de situaciones (figura 23.3).



**Figura 23.3;** Secuencias edáficas sobre coladas basálticas y sálicas de la serie II



Los cambios de usos de suelo, principalmente debidos a la desaparición de la vegetación original como consecuencia de la intervención humana y su sustitución por un matorral de jaras, escobones, etc., favorecen la activación de numerosos procesos erosivos. En situaciones de pendientes abruptas, estos procesos conllevan la pérdida del horizonte orgánico superficial, dando lugar a Cambisoles ándicos, en los que el horizonte mineral subsuperficial (horizonte cámbico) aflora a la superficie. Si los procesos erosivos persisten en el tiempo, estos Cambisoles pueden evolucionar de manera regresiva, mediante un proceso de *Leptosolización* antrópica o secundaria, hacia Leptosoles líticos o incluso aflorar el material de origen inicial (figura 23.3).

En las situaciones de pendientes más suaves, los procesos de degradación causados por la transformación de la cubierta vegetal, llevan consigo la pérdida de espesor del suelo clímax, dando lugar a Andosoles lépticos (similares a los Andosoles silándicos, pero de menor espesor efectivo). La intensificación de los procesos erosivos sobre estos Andosoles lleva a la formación de Leptosoles, inicialmente saturados, Leptosoles mólicos (suelos similares a los Leptosoles úmbricos pero con una capa de restos vegetales más descompuestos y evolucionados en superficie), que por lixiviación de bases y pérdida de espesor llevan en última instancia a Leptosoles úmbricos y líticos respectivamente (figura 23.3). Además, en estas zonas de pendientes suaves, la transformación de la cubierta vegetal también supone un menor aporte de materia orgánica al suelo. Se activa en estos casos el proceso de *Argiluvación*, por el que las arcillas y otros componentes del suelo finamente dispersos se mueven como una suspensión coloidal desde los horizontes superiores hacia los inferiores, donde se depositan. De esta manera, se explica la evolución regresiva de los suelos clímax en estas situaciones (Andosoles silándicos) hacia Luvisoles háplicos (suelos muy arcillosos, plásticos si están húmedos y de colores rojizos debido a la liberación de óxidos de hierro), en primer lugar y hacia Alisoles úmbricos (suelos similares a los anteriores, pero muy desaturados, ácidos y ricos en aluminio) en la medida que perduren los procesos de lixiviación de bases. La intensificación de los procesos erosivos podría dar lugar a la formación de Leptosoles, tras un proceso de *Leptosolización* antrópica.

En la actualidad, tan sólo encontramos la presencia de Umbrisoles climácicos (figura 23.4), asociados a las pendientes abruptas, Cambisoles ándicos (figura 23.5), en zonas de pendientes suaves y Alisoles úmbricos (figura 23.6) y Leptosoles mólicos de degradación (figura 23.7), formados a partir de Andosoles, en las áreas de pendientes más suaves. Dada la antigüedad de estos materiales, probablemente los Andosoles climácicos hayan desaparecido por erosión.



**Figura 23.4;** Umbrisol léptico



**Figura 23.5;** Cambisol ándico



**Figura 23.6;** Alisol úmbrico



**Figura 23.7;** Leptosol mólico

**Secuencias sobre coladas recientes (basálticas de la serie III y basálticas y sálicas de la serie IV).**- Al igual que en las secuencias anteriores, en las primeras fases dominan los procesos de *Leptosolización*, no llegándose a formar suelos más evolucionados que los incipientes Leptosoles líticos y Leptosoles úmbricos, tras la acumulación de materia orgánica en superficie.

Posteriormente, los procesos de *Empardecimiento* dan lugar a Cambisoles ándicos, que son considerados los suelos clímax en las zonas de pendientes abruptas donde se encuentra impedida la intervención de otros procesos de formación de suelos (figura 23.8).



Sobre estos materiales nos encontramos con Andosoles silándicos climácicos (figura 23.9) y característicos de las zonas de pendientes suaves y Leptosoles mólicos (figura 23.10), procedentes de la degradación de Andosoles.



**Figura 23.9;** Andosol silándico

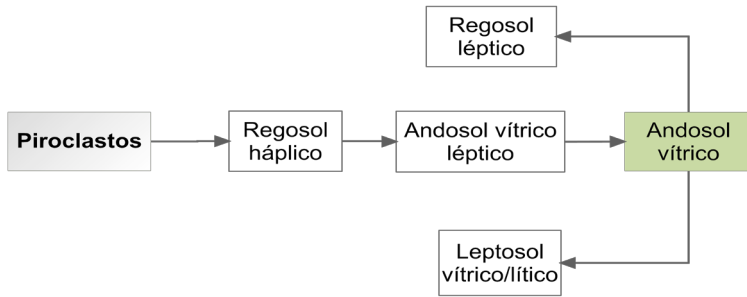


**Figura 23.10;** Leptosol mólico

**Secuencias edáficas sobre piroclastos de las series III y IV.-** Sobre estos materiales los procesos de alteración son mucho más rápidos y más acentuados que sobre materiales consolidados y cristalinos como las coladas, puesto que la naturaleza vesicular y fragmentaria de los piroclastos facilita la alteración (Dahlgren *et al.*, 1999).

De esta manera la *Andosolización* da lugar a una secuencia evolutiva de suelos, que va desde los Regosoles háplicos (mantos de lapillis basálticos o ácidos, muy poco alterados donde puede enraizar vegetación de raíces fuertes), hasta los Andosoles vítricos (suelos con ligero carácter ándico y ricos en vidrio volcánico), secuencia climácica en estas condiciones (figura 23.11).

Al producirse la degradación de la vegetación y la consiguiente disminución del aporte de restos vegetales, se aceleran los procesos erosivos lo que da lugar a la pérdida de la fracción más fina de suelo y a la desaparición de las propiedades ándicas en los Andosoles vítricos. Se forman en estos casos Regosoles lépticos (escaso espesor de lapillis) de degradación y, si estos procesos erosivos perduran en el tiempo, se produce la progresiva pérdida de espesor de los suelos, llegándose a formar Leptosoles líticos (figura 23.11).



**Figura 23.11;** Secuencias edáficas sobre piroclastos de las series III y IV

Actualmente, sobre estos materiales porosos, aparecen Regosoles háplicos poco evolucionados (figura 23.12) y Andosoles vítricos lépticos (poco profundos) (figura 23.13), que aún no han llegado a alcanzar el espesor suficiente como para considerarlos suelos climácicos, que sí lo son los Andosoles vítricos (figura 23.14).

Por otro lado, la pérdida de espesor de los Andosoles vítricos, da lugar a Leptosoles vítricos (suelos de carácter ándico, alto contenido en lapillis vítricos y menos de 25 cms de profundidad útil) de degradación (figura 23.15).



**Figura 23.12;** Regosol háplico



**Figura 23.13;** Andosol vítrico léptico





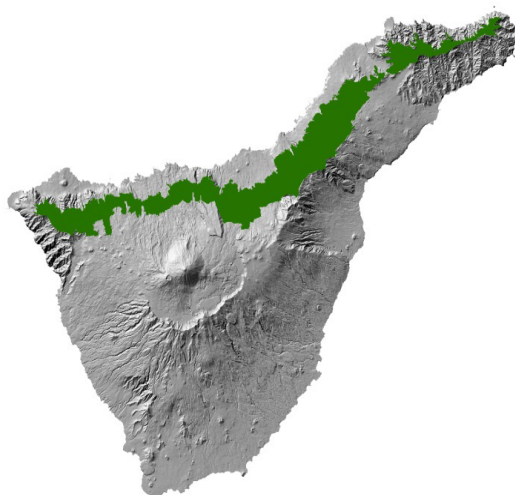
**Figura 23.14;** Andosol vítrico



**Figura 23.15;** Leptosol vítrico

### 3. Los suelos de la laurisilva

La laurisilva comprende una franja que abarca desde los 500 hasta los 1.500 metros de altitud, acotado por el bosque termófilo en la parte baja y pinar en la parte alta (figura 23.21) y caracterizado fundamentalmente por suelos profundos, muy orgánicos, arcillosos en profundidad y con características ándicas.



**Figura 23.16;** Ubicación de la laurisilva en la isla de Tenerife

### 3.1. Factores ambientales que dirigen la génesis de los suelos de la laurisilva

En esta zona aparecen materiales volcánicos de diferente naturaleza y edad, como consecuencia de una elevada actividad volcánica de distinta tipología durante un largo periodo geológico, (tabla 23.2). Estos materiales pueden agruparse en las diferentes series estratigráficas de la siguiente manera (IGME, 1978):

**Tabla 23.2;** Materiales geológicos presentes en los bosques de laurisilva y superficie ocupada

MATERIAL	SERIE	EDAD	SUPERFICIE (%)
Coladas y piroclastos basálticos	I	Mioceno	47,3
Coladas basálticas	II	Plioceno-Pleistoceno inferior	2,4
Coladas sálicas	II	Plioceno-Pleistoceno inferior	2,4
Piroclastos basálticos	II	Plioceno-Pleistoceno inferior	0,3
Coladas basálticas	III	Pleistoceno superior	26,5
Coladas sálicas	III	Pleistoceno superior	3,1
Piroclastos basálticos	III	Pleistoceno superior	3,4
Piroclastos sálicos	III	Pleistoceno superior	0,4
Coladas y piroclastos basálticos	IV	Holoceno	9,4
Depósitos aluviales/coluviales	-	Holoceno	4,8

El relieve de las zonas donde se asienta este bosque está caracterizado por la alternancia de grandes interfluvios de pendiente moderada-alta y amplios barrancos en dirección Sureste-Noroeste.

Las características climáticas de estas zonas están muy relacionadas con la altitud, que favorece la existencia de elevadas precipitaciones, así como la formación de nieblas con cierta frecuencia, al estar situadas en la zona de inversión térmica y por tanto de influencia del mar de nubes.

Junto con las zonas ocupadas por el bosque termófilo, la de la laurisilva es aquella donde se construyeron, por regla general, los antiguos asentamientos humanos dadas sus buenas condiciones climáticas y ecológicas.

El principal aprovechamiento que hace el hombre de estas formaciones vegetales es la extracción de madera (Rodríguez-Brito *et al.*, 1990). Otros de los usos de los bosques de laurisilva ha sido el aprovechamiento ganadero, tanto de manera inten-

siva como extensiva. Para el primero de los casos la vegetación ha actuado como suministrador de forraje y de cama para animales. En cuanto al segundo caso, esta zona albergó durante años abundantes rebaños de cabras y ovejas

También hay que destacar la utilidad agrícola de los terrenos y estas formaciones han sido sustituidas ocasionalmente por asentamientos humanos y agrícolas, lo que cambia el aspecto que caracteriza este bosque (figura 23.17).



**Figura 23.17;** Terrenos cultivados en zona de laurisilva

### **3.2. Formación y degradación de los suelos de la laurisilva**

**Procesos genéticos de formación de suelos sobre coladas.-** El primer factor que diversifica los procesos genéticos sobre estos materiales es su posición topográfica. Como en el caso anterior en aras de simplificar la interpretación de las secuencias edafogenéticas, se han considerado dos situaciones: áreas con pendientes abruptas (>30%) y áreas de pendientes más suaves (<30%).

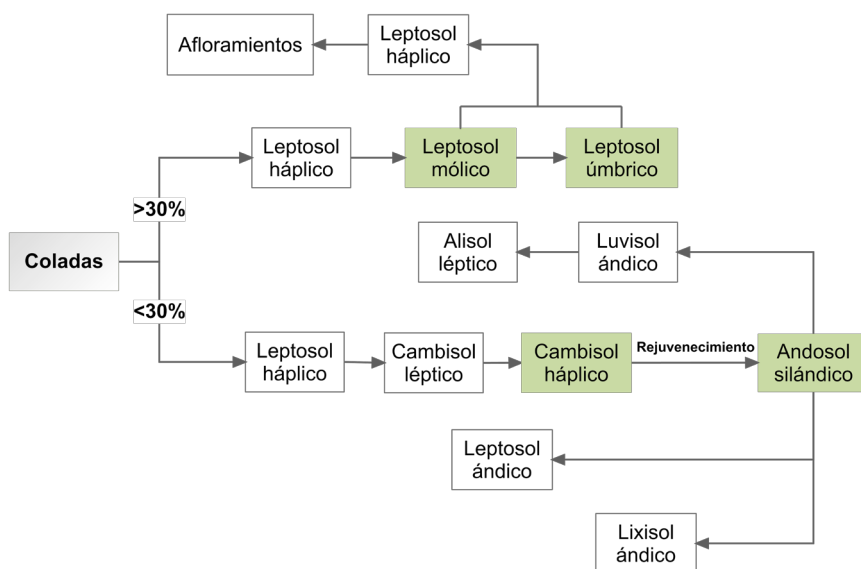
En las situaciones de pendientes abruptas, se incluyen zonas donde el proceso dominante es la *Leptosolización*. Según la secuencia (figura 23.18) aparecen Leptosoles mólicos, sobre los que, tras los procesos de meteorización y alteración hidrolítica,



se ha formado un horizonte superficial, grueso, bien estructurado, de color oscuro y con un alto contenido en cationes y nutrientes. También aparecen Leptosoles úmbricos, más desaturados y empobrecidos en cationes básicos por mecanismos de lixiviación. En ambos casos se ha producido una acumulación importante de materia orgánica en superficie, consecuencia de los aportes continuados de restos vegetales que una vegetación de lauráceas les proporciona (figura 23.18).

En las áreas de pendientes más suaves los procesos erosivos son menos intensos, lo que aumenta la estabilidad del material edáfico y facilita el contacto entre las rocas y las soluciones de alteración percolantes. De esta manera los procesos de alteración hidrolítica del material de origen son muchos más intensos e intervienen además otros mecanismos de alteración: hidratación, óxido-reducción, complejación, etc. Como consecuencia, se producen transformaciones drásticas en la naturaleza química y mineralógica de los basaltos, con neoformación y síntesis de nuevos minerales que no existían previamente en la roca.

Debido a la antigüedad de los materiales geológicos, los suelos pasan por varios procesos edafogénicos, dando lugar a diferentes suelos. Tras los procesos de *Leptosolización*, comienzan a aparecer procesos de *Empardecimiento* que dan lugar a Cambisoles lépticos y Cambisoles háplicos (típicos suelos pardos, sin carácter ándico y con mayor o menor profundidad útil) al proseguir la alteración y aumentar el espesor del suelo (figura 23.18).



**Figura 23.18;** Secuencias edáficas sobre coladas y bajo laurisilva

Sobre estos Cambisoles se han producido a lo largo de los tiempos diversos procesos de *Rejuvenecimiento*, por aporte de material piroclástico procedente de diferentes erupciones, lo que ha facilitado los procesos de *Andosolización*. Como consecuencia, se forman los Andosoles, principalmente Andosoles silándicos (suelos de polvillo con alofanos síliceas), que son los suelos climácicos en estas situaciones de gea, clima y vegetación (figura 23.18).

Cambios drásticos en la vegetación climácica de estas áreas y su sustitución por matorrales de brezos, codesos, jaras y otros, provocan numerosos procesos erosivos sobre estos suelos. En las situaciones de pendientes abruptas (>30%), estos procesos erosivos llevan consigo la pérdida del horizonte orgánico superficial, dando lugar a Leptosoles típicos (Leptosoles háplicos), pudiéndose llegar incluso a afloramientos de las rocas si los procesos erosivos son intensos y/o prolongados (figura 23.18).

En las situaciones de pendientes más suaves, los procesos de degradación de la vegetación, suponen un menor aporte de restos vegetales a la superficie del suelo o, en todo caso, unos restos vegetales de más difícil transformación y humificación. Esto supone una menor incorporación de materia orgánica humificada y madura al suelo, que lleva a la ruptura de la estabilidad de los complejos Al-humus y humus-geles minerales, con una rápida evolución de estos últimos, hacia minerales cristalinos y la consiguiente pérdida progresiva del carácter ándico. Estas formas cristalinas forman suspensiones estables con el agua, que se pueden movilizar vertical o lateralmente en el suelo y dar lugar a horizontes argílicos (*Argiluvación*). Este proceso, aunque en determinadas situaciones constituye un proceso genético de formación de horizontes arcillosos, en este caso, es evidencia de un proceso degradativo ligado a la transformación de la cubierta vegetal. De esta manera se explica la evolución regresiva de los suelos clímax en estas situaciones (Andosoles silándicos) hacia Luvisoles ándicos (suelos arcillosos con ligero carácter ándico), en primer lugar y hacia Lixisoles ándicos o Alisoles lépticos (suelos desaturados, arcillosos y con alto contenido de aluminio cambiante), en la medida que perduren los procesos de lixiviado y la pérdida de propiedades ándicas de los suelos.

Por otro lado, la disminución de espesor de estos suelos debido a la intensidad de los procesos erosivos, ha dado lugar a un proceso de *Leptosolización* por erosión, que ha ocasionado la formación de suelos someros (Leptosoles ándicos) que mantienen las propiedades ándicas que caracterizan el suelo climácico (figura 23.18).

Así pues en estas situaciones de gea y pendientes abruptas, predominan los Leptosoles háplicos (figura 23.19), asociados a paredones y riscos, en definitiva, zonas de fuertes pendientes. Mientras, en situaciones de pendientes más suaves, aparecen

Cambisoles háplicos residuales (figura 23.20) en algunas zonas no afectadas por el rejuvenecimiento superficial. Además, se observan Andosoles silándicos (figura 23.21), que como ya hemos comentado, se consideran los suelos climácicos en estas situaciones.



**Figura 23.19;** Leptosol háplico



**Figura 23.20;** Cambisol háplico



**Figura 23.21;** Andosol silándico

Los procesos regresivos de degradación observados aquí están ligados a un cambio de uso del suelo y, por ende, de la cubierta vegetal. Esto lleva a acelerar procesos de *Argiluvación* (Luvisoles silándicos de degradación -figura 23.22-) y en casos extremos se pueden perder incluso las propiedades ándicas que caracterizaban estos suelos y, de esta manera, promover el proceso regresivo que da lugar a suelos desaturados en bases y con arcillas de baja actividad (Alisoles lépticos de degradación -figura 23.23-) y a suelos más someros -Leptosoles ándicos- (figura 23.24).



**Figura 23.22;** Luvisol silándico



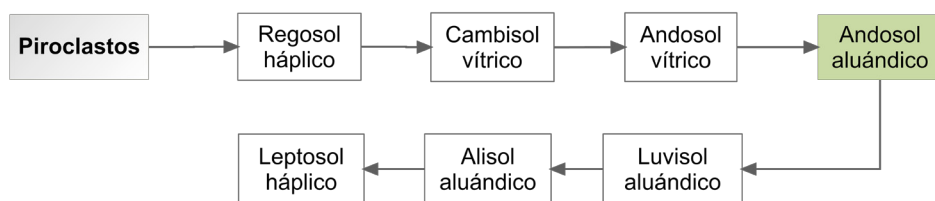
**Figura 23.23;** Alisol léptico



**Figura 23.24;** Leptosol ándico

**Procesos de formación de suelos sobre piroclastos.-** Como ya hemos dicho, sobre los materiales piroclásticos los procesos de alteración, tanto hidrolíticos como por otros mecanismos de óxido-reducción, complejación, etc. son muchos más rápidos y más acentuados que sobre los materiales cristalinos y consolidados. Ello se debe a que la naturaleza fragmentaria y vesicular de los piroclastos, hace que éstos tengan una elevada superficie específica que facilita los procesos de alteración, los cuales tienen lugar siempre mediante reacciones de superficie. Además, la naturaleza vítrica y no cristalina del material, con un alto desorden molecular, facilita también la alteración de los mismos, liberando cantidades elevadas de Si, Al, Fe y cationes básicos al medio de alteración.

De esta manera, la hidrólisis y la *Andosolización* de este tipo de materiales da lugar a una secuencia evolutiva de suelos, que va desde los Regosoles háplicos, hasta Andosoles aluándicos (ricos en Al), suelos climácicos en estas situaciones, pasando previamente por Cambisoles y Andosoles vítricos (figura 23.25).



**Figura 23.25;** Secuencias edáficas sobre piroclastos

Al igual que en otras situaciones y sobre otros materiales, al producirse la desaparición de la vegetación, tienen lugar procesos de degradación como la *Argiluviación*, dando lugar a Luvisoles aluándicos y Alisoles aluándicos, formados a partir de la activación de procesos de iluviación de arcillas y la formación de un horizonte subsuperficial argílico, empobrecido en cationes básicos y con altos contenidos de aluminio. Todo ello, acompañado de la progresiva pérdida de suelo por erosión que lleva consigo la evolución regresiva hacia suelos más someros -Leptosoles háplicos- (figura 23.25).

En la actualidad, se encuentran representados en esta situación geológica, Cambisoles vítricos primarios (figura 23.26), y Andosoles vítricos y aluándicos (figuras 23.27 y 23.28-) formados mediante procesos de *Andosolización* de los piroclastos. También existen Luvisoles y Alisoles aluándicos (figuras 23.29 y 23.30) que provienen de la degradación de los Andosoles.





**Figura 23.26;** Cambisol vítrico



**Figura 23.27;** Andosol vítrico



**Figura 23.28;** Andosol aluándico



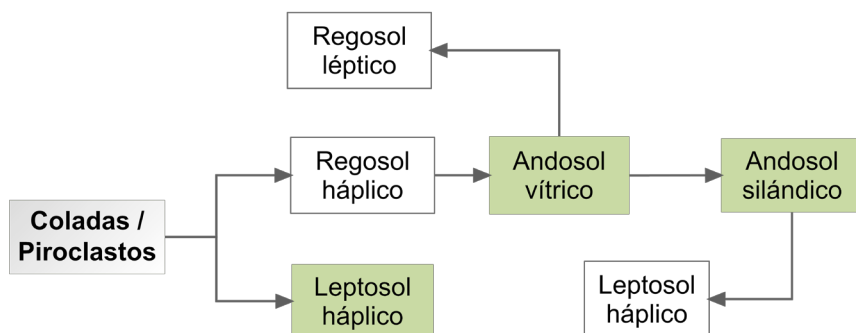
**Figura 23.29;** Luvisol aluándico



**Figura 23.30;** Alisol aluándico

**Procesos genéticos sobre coladas y piroclastos recientes (Serie IV).**- Se trata de los materiales más recientes de los encontrados en las áreas en las que se desarrolla este tipo de bosques, y en los que los procesos de alteración no han sido tan acentuados y continuados en el tiempo como para el resto de las situaciones descritas. De esta manera, la secuencia de suelos evoluciona progresivamente desde Regosoles háplicos hacia Andosoles vítricos y Andosoles silándicos, suelos clímax en estas situaciones y en condiciones de mayor humedad. Por otro lado, en zonas de coladas se produce únicamente la degradación física y mecánica de las mismas y una ligera alteración química, principalmente por procesos de hidrólisis, formándose un suelo incipiente -Leptosoles háplicos- (figura 23.31).

En las zonas en las que se han llegado a formar suelos más evolucionados, el cambio de uso de estos suelos, lleva consigo la rápida pérdida de los mismos, principalmente por procesos de erosión hídrica. La desaparición de los horizontes superficiales por este proceso da lugar a suelos someros como los Leptosoles (vítricos y háplicos).



**Figura 23.31;** Secuencias edáficas sobre coladas y piroclastos basálticos de la serie IV

En la actualidad nos encontramos con Leptosoles háplicos (figura 23.32), provenientes de la incipiente alteración físico-química de estos materiales geológicos (principalmente coladas). Además, aparecen Andosoles (figuras 23.33 y 23.34) con diferentes grados de evolución (vítricos y silándicos), formados a partir de procesos de *Andosolización* de los piroclastos. La modificación de la cubierta vegetal en estos Andosoles, lleva consigo como hemos dicho, el desencadenamiento de procesos de degradación tales como erosión hídrica por flujo superficial, degradación biológica y pérdida de propiedades ándicas, dando lugar a suelos poco profundos -Leptosoles vítricos- (figura 23.35).



**Figura 23.32;** Leptosol háplico



**Figura 23.33;** Andosol vítrico



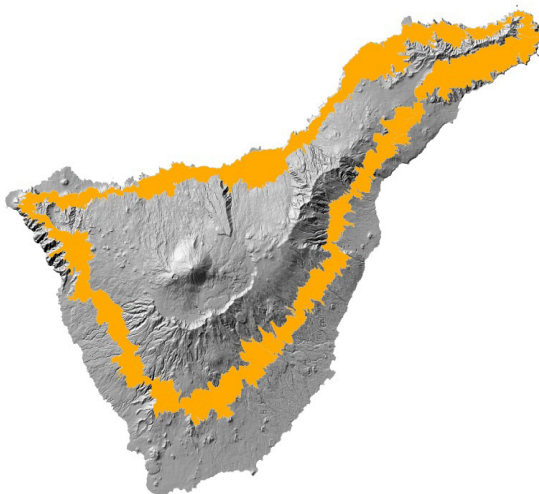
**Figura 23.34;** Andosol silándico



**Figura 23.35;** Leptosol vítrico

#### **4. Los suelos del bosque termófilo**

El bosque termófilo se sitúa en las medianías de la isla. En la vertiente septentrional abarca la franja entre los 300 y 500 metros de altitud, en la zona Sur entre los 600 y 1.100 metros y en el Este entre los 400 y 800 metros (figura 23.36). Los suelos que caracterizan el bosque termófilo son suelos arcillosos, de colores rojizos y carbonatados en las zonas más áridas de este bosque.



**Figura 23.36;** Ubicación potencial del bosque termófilo en la isla de Tenerife

##### **4.1. Factores de formación de los suelos del bosque termófilo**

La actividad volcánica de la zona ha dado lugar a un entramado caótico de diversos materiales y con edades muy variables, apareciendo materiales que oscilan entre las edades miocénicas y holocénicas (Tabla 23.3) (IGME, 1978):



**Tabla 23.3;** Materiales geológicos presentes en la zona del bosque termófilo

MATERIAL	SERIE	EDAD	SUPERFICIE (%)
Coladas basálticas	I	Mioceno	13,3
Piroclastos basálticos	I	Mioceno	15,4
Coladas basálticas	II	Plioceno-Pleistoceno inferior	5,8
Coladas sálicas	II	Plioceno-Pleistoceno inferior	6,8
Tobas pumíticas (Pir. sálicos)	II-III	Pleistoceno inferior-superior	5,8
Coladas basálticas	III	Pleistoceno superior	33,4
Piroclastos basálticos	III	Pleistoceno superior	3,2
Coladas sálicas	III	Pleistoceno superior	0,8
Coladas y Piroclastos basálticos	IV	Holoceno	6,5
Coladas sálicas	IV	Holoceno	4,5
Piroclastos sálicos	IV	Holoceno	0,2
Depósitos aluviales / coluviales	-	Holoceno	4,6

El relieve que caracteriza este bosque en la zona norte de la isla es la alternancia de interfluvios alomados con una red de barrancos los cuales presentan una dirección dominante Sureste-Noroeste. Por el contrario, en la zona sur predominan los interfluvios inclinados así como barrancos encajados, ocupados casi en su totalidad por bancales de cultivos en uso o, mayoritariamente, en proceso de abandono.

En cuanto a la climatología estos bosques, presentan unas condiciones de transición entre los climas templados-fríos y los tropicales secos, caracterizado por tener veranos cálidos y secos e inviernos fríos y húmedos.

En la franja ocupada por este tipo de bosque se llevaron a cabo los antiguos asentamientos humanos, rodeados de importantes áreas agrícolas dadas las buenas condiciones climático-ecológicas de la zona (figura 23.37). Este hecho, unido a la explotación de madera, ha contribuido a que el bosque termófilo sea la formación vegetal más dañada y con menor distribución en la actualidad.



**Figura 23.37;** Cultivos y poblado situado en la franja potencial del bosque termófilo

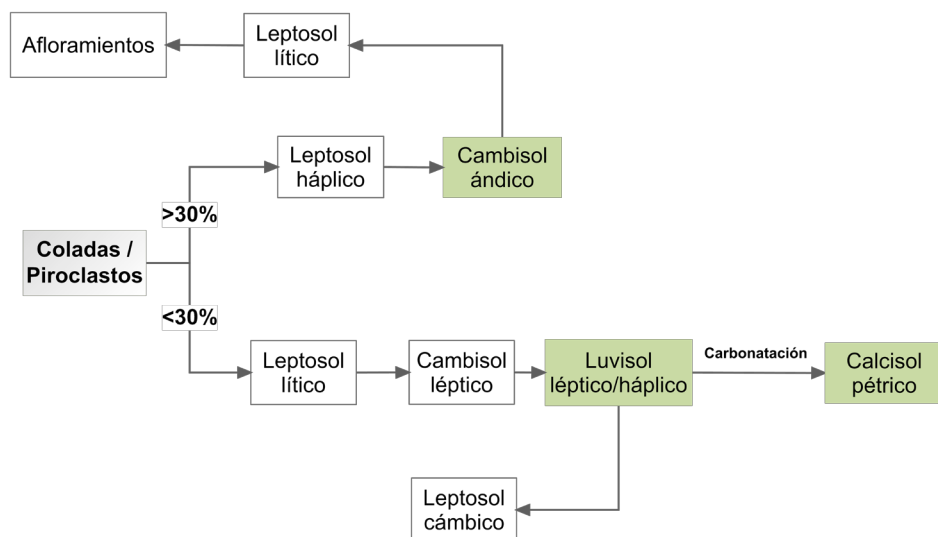
#### **4.2. Secuencias edáficas de formación y degradación de los suelos**

**Secuencias edáficas sobre coladas y piroclastos de las series I y II.-** Como en todos los casos el primer proceso edafogenético que sufren los materiales geológicos es la *Leptosolización*. Este proceso conlleva la disgregación física y mecánica de estos materiales y su posterior alteración química, dando lugar a Leptosoles que aparecen tanto en zonas de altas pendientes como en áreas llanas.

Tras la formación de estos suelos someros, en las zonas de pendientes abruptas los procesos edáficos no van más allá del *Empardecimiento* y formación de Cambisoles lépticos, suelos climácicos en estas zonas (figura 23.38).

En las áreas de pendientes más suaves los procesos edafogenéticos iniciales son semejantes (*Leptosolización* y *Empardecimiento*), con la diferencia de que los procesos erosivos en estas áreas son menos intensos. Este hecho facilita que el tiempo de contacto entre las rocas y las soluciones de alteración percolante sea mucho mayor, de manera que los procesos de alteración hidrolítica son mucho más acentuados y se favorece la formación de minerales cristalinos. Estos silicatos cristalinos pueden movilizarse vertical o lateralmente en el suelo dando lugar a horizontes argílicos,

principal característica de los Luvisoles háplicos, que se consideran los suelos climácicos en estas condiciones (figura 23.38). En la zona sur de la isla, con climas más áridos, se puede ver favorecida la acumulación de carbonato cálcico en el suelo (proceso de *Carbonatación*), formándose una masa continua que cementa por completo este horizonte (horizonte petrocálcico). Este horizonte caracteriza a los Calcisoles pétricos, los suelos climácicos en esta zona.



**Figura 23.38;** Secuencias edáficas sobre coladas y piroclastos de las series I y II

Cambios drásticos en la vegetación climácica, principalmente debido a la preparación de estas zonas para el cultivo y su posterior abandono, llevan consigo que se aceleren los procesos erosivos, fundamentalmente en las situaciones de pendientes más abruptas. Se originan Leptosoles líticos de degradación, pudiéndose llegar incluso al punto de partida (afloramientos), si los procesos erosivos perseveran (figura 23.38).

Por otro lado, en las zonas de pendientes más suaves, los procesos de degradación debido a la transformación de la cubierta vegetal, están ligados a una *Leptosolización* por erosión. Este proceso da lugar a la formación de suelos someros (Leptosoles cámbicos), que mantienen las propiedades de los suelos de los que proceden (figura 23.38).

En las zonas con pendientes abruptas predominan los Leptosoles háplicos primarios (figura 23.39), mientras que en las zonas con pendientes más suaves, aparecen los Cambisoles lépticos primarios residuales (figura 23.40) y los Luvisoles lépticos (figura 23.41). Asociados a las zonas más áridas del bosque nos encontramos con Calcisoles pétricos primarios (figura 23.42) y Leptosoles cámbicos de degradación (figura 23.43), formados a partir de la pérdida de espesor de los Luvisoles, que han desaparecido por su alta sensibilidad a la erosión, o por encontrarse cultivados.



**Figura 23.39;** Leptosol háptico



**Figura 23.40;** Cambisol léptico



**Figura 23.41;** Luvisol léptico



**Figura 23.42;** Calcisol pétrico

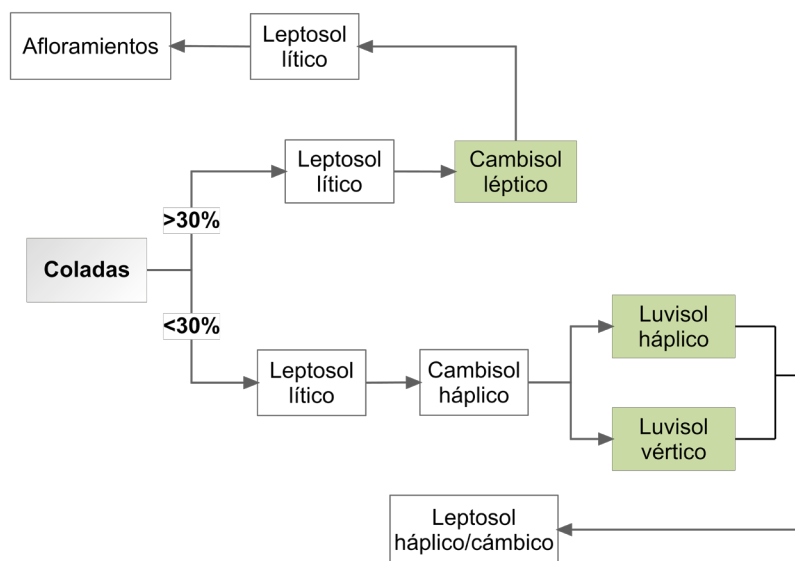


**Figura 23.43;** Leptosol cámbico

**Procesos y suelos sobre coladas basálticas y sálicas de la serie III.-** Sobre estos materiales relativamente jóvenes encontramos unas secuencias de formación de suelos muy similares a las descritas para las coladas de las series I y II, con suelos procedentes de diferentes procesos de *Leptosolización*, hidrólisis y *Empardecimiento*, que han dado lugar a Leptosoles y Cambisoles (suelos clímax en zonas de pendiente abrupta).

En situaciones de pendientes suaves, los suelos que presenten un horizonte edáfico propiamente dicho (Cambisoles háplicos), pueden evolucionar por procesos de *Argiluvación* hacia Luvisoles háplicos. En condiciones de contrastes climáticos acentuados y en determinadas situaciones topográficas de pie de vertiente, se favorece la formación de arcillas hinchables y la aparición de grietas de retracción típicas de los horizontes vérticos que presentan los Luvisoles vérticos. Estos suelos, junto con los Luvisoles háplicos citados anteriormente, se consideran los suelos climácicos (figura 23.44).

Los fenómenos de degradación del suelo desencadenados a partir de la eliminación total de la cubierta vegetal para su puesta en cultivo y posterior abandono del mismo, favorecen la aceleración de los procesos erosivos, produciéndose la regresión a Leptosoles o incluso a afloramientos en zonas de pendientes fuertes (figura 23.44).



**Figura 23.44;** Secuencias edáficas sobre coladas basálticas y sálicas de la serie III



En estas situaciones de gea, clima y vegetación, nos hemos encontrado con Cambisoles lépticos primarios residuales (figura 23.45), que no han sido erosionados ni puestos en cultivo y Luvisoles vérticos, considerados suelos climácicos en zonas de topografía suave (figura 23.46).



**Figura 23.45;** Cambisol léptico

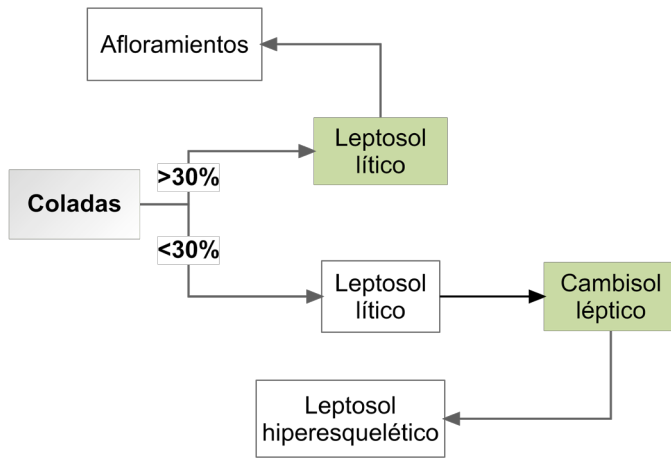


**Figura 23.46;** Luvisol vértico

**Secuencias edáficas sobre coladas basálticas y sálicas de la serie IV.-** Se trata de las coladas más recientes de las encontradas en el bosque termófilo donde los procesos de alteración no han sido tan acentuados y continuados en el tiempo como para el resto de las situaciones descritas hasta el momento. En ellas, la secuencia de suelos evoluciona hacia Leptosoles líticos, suelo clímax para zonas de pendientes abruptas (>30%).

En las zonas de pendientes más suaves (<30%), estos Leptosoles, tras procesos de *Empardecimiento*, dan lugar a Cambisoles lépticos, considerados los suelos clímax en estas pendientes (figura 23.47).

El cambio de uso del suelo lleva consigo la pérdida de espesor, principalmente por procesos de erosión hídrica, desapareciendo los horizontes superficiales y los elementos finos. Estas condiciones dan lugar a suelos más someros como son los Leptosoles hiperesqueléticos o incluso a afloramientos del material de origen en las zonas de mayor pendiente (figura 23.47).



**Figura 23.47;** Secuencias edáficas sobre coladas basálticas y sálicas de la serie IV

En la actualidad, solamente nos hemos encontrado en estas situaciones con Leptosoles hiperesqueléticos de degradación (figura 23.48).

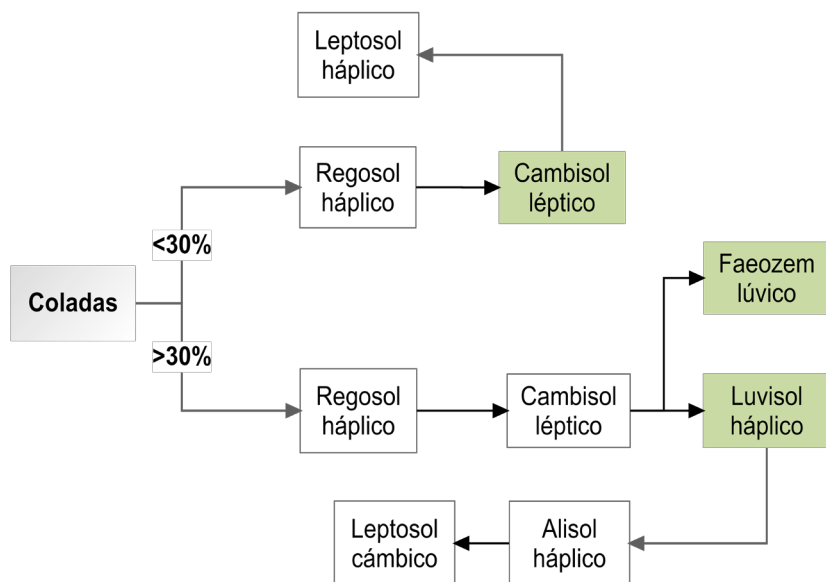


**Figura 23.48;** Leptosol hiperesquelético

**Procesos edáficos sobre tobas pumíticas de la serie II-III.-** Sobre estos materiales en zonas de pendiente abrupta ( $>30\%$ ) destacan los Regosoles háplicos y Cambisoles háplicos, que es el suelo clímax en este tipo de situaciones (figura 23.49).

En las zonas de pendientes más suaves donde los procesos edafogenéticos están más acentuados, la acumulación de materia orgánica sobre los Regosoles y Cambisoles en las zonas más húmedas del área potencialmente ocupada por el bosque da lugar a la aparición de Faeozems lúvicos. Estos suelos están caracterizados por presentar un horizonte orgánico, alcalino y saturado en cationes, sobre un horizonte subsuperficial arcilloso. Éstos pueden considerarse en estas condiciones de humedad y material de origen como suelos climácicos en situaciones muy localizadas de edafoclima y vegetación. La acentuación de los procesos de *Argiluvación* en los Cambisoles da lugar a los Luvisoles háplicos, considerados los suelos clímax sobre este tipo de materiales y situación topográfica (figura 23.49).

Por otro lado, los procesos regresivos están siempre ligados a un cambio de uso del suelo que conlleva la pérdida de la cubierta vegetal. En estas condiciones se aceleran los procesos de Iluviación sobre el suelo clímax, que si perduran en el tiempo dan lugar a Alisoles háplicos desaturados en cationes básicos y con arcillas de baja actividad.



**Figura 23.49;** Secuencias edáficas sobre tobas pumíticas de la serie II-III



Con el tiempo, la pérdida de esta cubierta vegetal que activa los procesos de erosión hídrica lleva consigo la pérdida del espesor del suelo, formándose Leptosoles cámbicos (figura 23.49). En las zonas de pendientes abruptas, el cambio de uso del territorio lleva asociado la rápida pérdida de suelo, por procesos de erosión hídrica, desapareciendo los horizontes superficiales y dando lugar a suelos más someros -Leptosoles háplicos- (figura 23.49).

En el bosque termófilo actualmente encontramos Faeozems lépticos (figura 23.50) y lúvicos primarios (figura 23.51), Luvisoles lépticos (figura 23.52), considerados suelos climácicos sobre este tipo de materiales. Los Luvisoles, debido a la modificación de la cubierta vegetal evolucionan por lixiviación y desbasificación hacia Alisoles háplicos (figura 23.53), los cuales, debido a los procesos erosivos, dan lugar a suelos menos profundos, los Leptosoles cámbicos (figura 23.54).



**Figura 23.50;** Faeozem léptico



**Figura 23.51;** Faeozem lúvico



**Figura 23.52;** Luvisol léptico



**Figura 23.53;** Alisol háplico

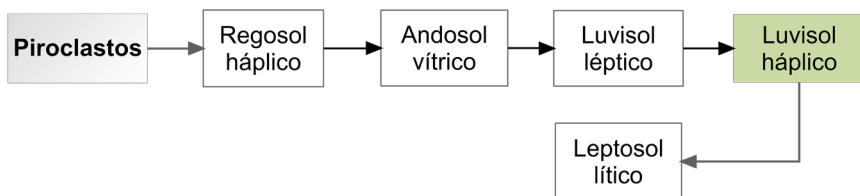


**Figura 23.54;** Leptosol cámbico

**Secuencias edáficas sobre piroclastos basálticos de la serie III.-** Sobre estos materiales piroclásticos, los procesos de alteración son muchos más rápidos y acentuados que sobre las coladas basálticas, lo que facilita la evolución de los mismos.

De esta manera, inicialmente dan lugar a Regosoles háplicos, los cuales tras un proceso de *Andosolización* originan Andosoles vítricos. Al actuar procesos genéticos de *Argiluviación*, se forman en primer lugar Luvisoles lépticos y si estos procesos genéticos continúan llegamos a los suelos clímax para estas situaciones, los Luvisoles háplicos (figura 23.55).

Al igual que ocurre en situaciones anteriores, los cambios de usos del suelo debido al uso agrícola de las medianías, han ocasionado la pérdida de la vegetación natural, la activación de procesos erosivos, la pérdida de espesor de los suelos clímax de la zona y la formación de suelos someros -Leptosoles líticos- (figura 23.55).



**Figura 23.55;** Secuencias edáficas sobre piroclastos basálticos de la serie III



**Figura 23.56;** Luvisol léptico



**Figura 23.57;** Luvisol háplico

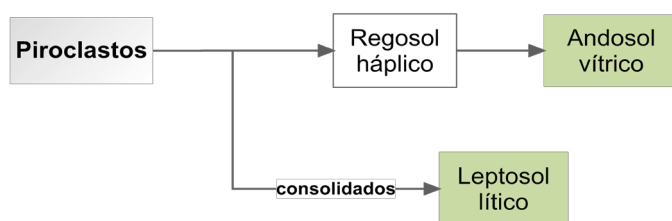


**Figura 23.58;** Leptosol lítico

En la actualidad, en esta zona nos encontramos con Luvisoles lépticos y háplicos (figuras 23.56 y 23.57), considerándose estos últimos los suelos climácicos.

Por otro lado, los cambios de uso del suelo, ha llevado a la pérdida de espesor de estos suelos clímax por erosión, formándose Leptosoles líticos de degradación (figura 23.58).

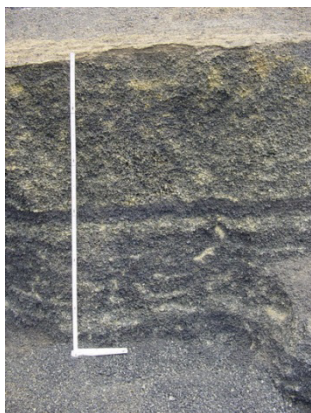
**Secuencias edáficas sobre piroclastos de la serie IV.-** Son los materiales más recientes del dominio potencial del bosque termófilo, donde los procesos de alteración no han sido tan continuados en el tiempo como para los casos anteriores debido a su juventud. La secuencia de suelos en este caso evoluciona progresivamente a Regosoles háplicos y Andosoles vítricos, considerándose estos últimos los suelos clímax (figura 23.59).



**Figura 23.59;** Secuencias edáficas sobre piroclastos basálticos y sálicos de la serie IV

Por otro lado, en las zonas donde nos encontramos con un material piroclástico consolidado y cementado se forman suelos muy someros climácicos -Leptosoles líticos- (figura 23.59).

Hoy en día, sobre estos materiales jóvenes aparecen Regosoles háplicos (figura 23.60) que aún no han tenido tiempo de evolucionar a suelos más desarrollados, y Andosoles vítricos (figura 23.61) considerados los suelos clímax sobre estos materiales y en estas condiciones ecológicas. Además sobre los materiales piroclásticos consolidados aparecen los Leptosoles líticos, climácicos (figura 23.62).



**Figura 23.60;** Regosol háplico



**Figura 23.61;** Andosol vítrico



**Figura 23.62;** Leptosol lítico

### **4.3. Consideraciones finales**

Se puede resumir todo lo dicho anteriormente considerando los siguientes aspectos:

- 1) Existen dos grandes tipos de materiales geológicos a partir de los que se forman suelos bien diferenciados. Por un lado los materiales consolidados, tipo coladas basálticas y sálicas sobre los que se generan suelos profundos y bien desarrollados en las más antiguas: Umbrisoles, Andosoles, Cambisoles, Faeozems, Luvisoles, Calcisoles bajo condiciones de humedad decreciente. Sobre los materiales de este tipo más recientes, o en pendientes fuertes, sólo se forman suelos poco desarrollados, pedregosos y de escaso espesor (Leptosoles primarios). Por otro lado encontramos materiales piroclásticos, no consolidados y por tanto de más fácil alteración y que llevan en el caso de los más antiguos a la formación de Andosoles muy evolucionados, Faeozems y Luvisoles. Los Regosoles y Andosoles vítricos son frecuentes en los piroclastos más recientes y zonas de pendiente acusada.
- 2) Desde el punto de vista de los suelos sobre los que se desarrollan se pueden distinguir dos tipos de formaciones boscosas en la isla, por un lado el pinar y la laurisilva y por otro el bosque termófilo. Los primeros se encuentran en zonas de mayor humedad (sobre todo la laurisilva) donde los procesos ge-



néticos dominantes son el *empardecimiento* y la *andosolización* y los suelos más típicos los Andosoles y suelos pardos (Cambisoles). Algunos Faeozems se pueden observar en las áreas más cálidas del pinar, en la vertiente sur de la isla.

Los bosques termófilos se encuentran en zonas de mayor termicidad y constituyen formaciones arbóreas más abiertas en las medianías de la isla, frecuentemente sometidas a numerosas actividades antrópicas. En estas condiciones los procesos de formación de suelos dominantes son la argiluviación y la carbonatación (ésta en las partes más áridas de este monte), que dan lugar a Luvisoles y Calcisoles como suelos más típicos de estas zonas.

- 3) Los procesos de degradación de los suelos de estas áreas están siempre relacionados con la deforestación y eliminación de la vegetación natural y cambios de uso en los mismos. Podemos simplificar citando la *Leptosolización* por erosión hídrica que lleva a la formación de Leptosoles secundarios, la *argiluviación-desbasificación* que lleva a la formación de Luvisoles y Alisoles y el *empardecimiento* con pérdida de las propiedades ándicas de algunos Andosoles.

### Bibliografía consultada y referencias

- ARCO AGUILAR, M.J. DEL, P.L. PÉREZ DE PAZ, O. RODRÍGUEZ DELGADO, M. SALAS PASCUAL y W. WILDPRET DE LA TORRE. 1992. Atlas cartográfico de los pinares canarios. II. Tenerife. Consejería de Política Territorial, Gobierno de Canarias. Santa Cruz de Tenerife, España.
- CEBALLOS, L. y F. ORTUÑO. 1976. Vegetación y flora forestal de las Canarias Occidentales. Cabil-  
do Insular de Tenerife. Santa Cruz de Tenerife, España.
- DAHLGREN, R.A., F.C. UGOLINI y W.H. CASEY. 1999. Soil weathering rates of Mt. St. Helens tephra. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 63: 587-598.
- DUCHAUFOR, P. 1977. *Pedology*. Masson Ed. Paris.
- GUERRA GARCÍA, J.A. 2011. *Evaluación de la degradación de los suelos naturales de la isla de Te-  
nerife. Secuencias Edáficas evolutivas y regresivas*. Tesis Doctoral. Servicio de publicaciones  
de la Universidad de La Laguna. ISBN 978-84-7756-929-9.
- IGME. 1978. Mapa Geológico de España. E. 1:25.000. Hojas y Memorias de la isla de Tenerife. Ins-  
tituto Geológico y Minero de España, Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria.  
Madrid, España.
- RODRÍGUEZ DELGADO, O. y M.V. MARRERO GÓMEZ. 1990. Evolución y aprovechamiento de los  
Bosques Termófilos (Los motes bajos) de la isla de Tenerife. *Anuario de estudios atlánticos*.  
Núm. 36. 595-630.
- RODRÍGUEZ DELGADO, O. 1991. Evolución histórica del paisaje vegetal en Güimar (Tenerife): la  
Comarca de Agache. Instituto de Estudios Canarios. La Laguna de Tenerife, España.
- RODRÍGUEZ BRITO, W., J. HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ y E. NIEBLA TOMÉ. 1990. Garajonay, espa-  
cio humanizado. En: P.L. Pérez de Paz (Ed.), *Parque Nacional de Garajonay Patrimonio Mun-  
dial*. ICONA, Cabil-  
do Insular de La Gomera. Madrid, España. Pp. 293-307.

- RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, A., J.A. GUERRA, C.D. ARBELO y V. HERNÁNDEZ. 2004. Sobre el concepto de *Leptosolización* y su aplicación a un área forestal en la isla de Tenerife (I. Canarias). I Congreso Ibérico da Ciencia do Solo. Braganza. Portugal. Pag. 148.
- RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, A., C.D. ARBELO, J.S. NOTARIO, J.L. MORA, J.A. GUERRA, y C.M. ARMAS. 2009. Los suelos del Parque Nacional de Garajonay. En: Ángel B. Fernández (Coord), Parque Nacional de Garajonay. Patrimonio Mundial. O.A. Parques Nacionales. España. Pag. 62-91.
- SHOJI, S., R.A. DAHLGREN y M. NANCYO. 1993. Genesis of volcanic ash soils. En: Shoji, S. et al. (eds.). Volcanic Ash Soils: Genesis, properties and utilization Developments in Soil Science 21, Elsevier. Amsterdam.
- WRB, 2006. World Reference Base for soil resources 2006. A framework for international classification, correlation and communication. IUSS, ISRIC & FAO. 145 pp. World Soil Resources Reports nº 103. FAO, Rome.

# Plantas aromáticas, medicinales y tintóreas en las Islas Canarias

María Paz Arraiza Bermúdez-Cañete

César López Leiva

Natalia Guerrero Maldonado

J. Vicente López Álvarez

## 1. Introducción

Las plantas aromáticas, medicinales, condimentarias y tintóreas son grupo de interés por sus propiedades terapéuticas, aromáticas y organolépticas, y se aplican a diferentes sectores industriales como el medicinal, cosmético y alimentario, entre otros. El origen de la utilización de las esencias y aromas es tan antiguo como la agricultura. Comenzó por una recogida indiferente de plantas, pasando a una recolección selectiva de unas sobre otras, hasta llegar a domesticar las más útiles hasta su extensión a cultivo. Se aprovechan en la industria alimentaria, en el hogar, en medicina y en cosméticos. Hoy en día, la recolección silvestre supone un riesgo para la supervivencia de muchas plantas en sus hábitats naturales, por lo que se recomienda para asegurar su conservación, un adecuado cultivo y una regulación de su recolección en el medio silvestre.

Las siguientes definiciones establecen las diferencias entre cada uno de los subgrupos a los se hará mención a lo largo de este capítulo.

**Plantas medicinales.** Son aquellas especies vegetales que sintetizan los denominados principios activos, sustancias que ejercen una acción farmacológica.

**Plantas aromáticas.** De entre las especies de plantas medicinales, son aquellas cuyos principios activos están constituidos, total o parcialmente, por componentes volátiles o esencias.

**Plantas condimentarias o especias.** Se emplean desde hace mucho tiempo por sus características organolépticas, que además de aportar a los alimentos aromas, colores y sabores, los protegen frente a la rancidez y putrefacción producidos por hongos, bacterias y otros microorganismos.

**Plantas apícolas, melíferas o poliníferas.** Son aquellas que atraen a las abejas, de las cuales éstas recolectan néctar y polen, y produciendo miel, propóleos, jalea real y polen.

**Plantas tintóreas.** Se consideran como plantas tintóreas todas aquellas especies que contienen principios colorantes, como por ejemplo, compuestos fenólicos, taninos, flavonoides y antraquinonas.

**Aceites esenciales.** Son una mezcla volátil de compuestos orgánicos, que en general, se encuentran en hojas y flores, y se extraen, en general, por destilación.

**Extractos.** Constituyen la fracción no volátil de los principios activos, se extraen en general por medio de disolventes orgánicos, y están contenidos en frutos, raíces, hojas y flores.

## **2. Las plantas aromáticas y medicinales**

### **2.1. La alta montaña canaria**

Es también denominada “vegetación suprasilvica”, por encontrarse en las zonas de cumbres, principalmente en las más altas (Tenerife, La Palma y, en menor medida, Gran Canaria). Se ubica sobre la cota que supone el límite para la máxima expansión posible de cubiertas arbóreas en espesura, línea teórica situada aproximadamente en los 2000 m. Corona el piso altitudinal inmediatamente inferior, que corresponde potencialmente a los pinares en todas las exposiciones, aunque en sectores a barlovento, en la banda ubicada por encima de la zona nebulosa de los alisios, los pinares quedan algo más abajo mientras que en las fachadas de sotavento ascienden deteniéndose a 2200-2400 m. Predominan en este tipo los matorrales de altura y las



“estepas”, generalmente con densidades bajas o muy bajas, alternando con roques, peñas, suelos compactos de materiales volcánicos, coladas de lavas, malpaíses o desiertos de picón. La cubierta vegetal se hace tanto más exigua cuanto más se sube en altitud. Las plantas aromáticas y medicinales que se encuentran en este piso son las siguientes:

***Adenocarpus viscosus*.** El nombre común *Codeso* es de origen guanche. Se utiliza en medicina popular en infusión de flores, hojas, ramas. Tiene propiedades antitúrica, aperitiva, béquica (<http://www.biodiversidadvirtual.org>).

***Cheiranthus scoparius*.** Contiene glicósidos cardioactivos (Navarro *et al.*, 1989).

***Echium auberianum*, *E. wildpretii*.** Tajinastes. Al igual que otras especies del género *Echium*, contienen cantidades considerables (desde 3% a 12%) de ácido  $\gamma$ -linolénico, GLA (Guil Guerrero *et al.*, 2000). *Echium wildpretii* es polinífera, produce una elevada cantidad de néctar que atrae a pájaros, insectos y abejas (Valido *et al.*, 2002). Las hojas se emplean para aliviar el dolor de las articulaciones, y tratar la fiebre. El GLA también es efectivo para tratar tumores cerebrales y ópticos. Algunos *Echium* endémicos de Canarias, producen una gran cantidad de semillas, y se podrían emplear como fuente de GLA en el futuro (Bramwell, 2004).

***Erysimum scoparium*.** Tiene propiedades cardiotónicas e hipoglucemiantes gracias a su contenido en heterósidos estrofantósidos (arguayósido, taucitósido, helvéticósido) y estrofantidina (Pérez de Paz *et al.*, 1999).

***Juniperus cedrus*.** De la destilación de su madera y sus frutos se obtiene un aceite rico en a pineno y limoneno, que se empleaba internamente contra las lombrices intestinales y, externamente, para cicatrizar heridas. En algunas localidades se maceraba en vino, empleando el líquido resultante como remedio para curar golpes internos (Pérez Martín).

***Mentha longifolia*.** Planta aromática, su aceite esencial contiene mentol, mentona, pulegona, 1,8-cineol, y terpineol y piperitona. Se le atribuyen propiedades como estimulante, estomacal, tónico y carminativa.

***Nepeta teydea*.** Tonática o gatera. Endemismo canario. Fue utilizada como planta medicinal en la medicina popular. Se le atribuyen propiedades como anticatarral, diurética, pectoral, afrodisíaca. Contiene terpenos (b sitosterol) ácidos (esteárico, ursólico, oleanólico) y el diterpeno teideadiol (Pérez de Paz *et al.*, 1999). Se ha empleado localmente para bajar los niveles de azúcar en sangre (hipoglucemiante) gra-

cias a los esteroides como el sitosterol que bloquean la absorción de colesterol. Sus propiedades antiinflamatorias le hacen apta para disminuir el riesgo de cáncer de colon (Bramwell, 2004).

***Rosa canina***. La raíz del rosal silvestre contiene ácido tánico, como las hojas, que además tienen pectina, lo que le confiere su acción astringente. El fruto, escaramujo, tiene un alto contenido en ácido ascórbico o vitamina C, posiblemente la razón de su uso tradicional como antiescorbútico y contra el resfriado común.

***Scrophularia glabrata***. Fistulera. Su nombre le viene del empleo en medicina popular de esta planta como remedio de fistulas y hemorroides. También la palabra inicial que describe el género define su utilización tradicional como remedio en los trastornos inflamatorios de los ganglios linfáticos, enfermedad también llamada escrófula (Cruz, 2007). Contiene terpenos (alfa-spinasterol), ácidos (p metoxi cinámico), flavonoides y saponoides (Pérez de Paz *et al.*, 1999) que le confieren sus propiedades antiinflamatorias, antibióticas y cicatrizantes.

***Spartocytisus supranubius***. Retama del Teide. Es melífera, ya que produce una elevada cantidad de néctar, con el que se obtiene una miel de excelente calidad.

***Teline microphylla***. Retama amarilla, Endemismo de Gran Canaria, con propiedades medicinales como diurética, dermatica, tónico hepático (Pérez de Paz *et al.*, 1999).

## **2.2. Las plantas de niveles sílvicos influidos por los vientos alisios**

Este nivel se corresponde con un tipo sílvico, alísico en tanto que ubicado en las fachadas nororientales de las islas a partir de los 500 m, donde se enganchan y adhieren las nubes que transportan los alisios. Ese “mar de nubes” alcanza los 1500 m, a partir de los cuales y hasta casi los 2000 pueden ser sustituidos por pinares. No obstante, los niveles altitudinales de inmersión en las nieblas oscilan hasta 200 ó 300 m arriba o abajo de esas cotas, variando con la estación e incluso, aunque en menor medida, durante el día. La vegetación potencial, arbórea, se beneficia de la condensación de la humedad, constituyendo las originales laurisilvas canarias y su facies derivada, el monte verde. Se distinguen tres tipos de formaciones, bosques de laureles o laurifolios, monte verde o fayal-brezal y matorrales alísicos.

### 2.2.1. Bosques de laureles o *laurifolios*

***Davallia canariensis*.** Cabriña. Es un helecho isospóreo vivaz perteneciente a la familia *Davalliaceae*, del que se empleaba el rizoma, y se ha usado para bajar la fiebre, aunque su efecto es moderado. Hoy en día está demostrado que no es una planta muy activa y se utiliza muy poco en preparados farmacéuticos, por lo que tampoco ha sido muy estudiada su composición. Normalmente se la sustituye por otras plantas más activas y más estudiadas para curar fiebres altas o para actuar como sudoríficas.

***Euphorbia mellifera*.** Es un endemismo macaronésico, que se encuentra en Canarias y en Madeira. Pertenecce al grupo de especies dentro del género *Euphorbia*, cuyos tallos carecen de espinas. Se caracteriza por su porte arbóreo, pudiendo alcanzar los 15 m de altura. Sus hojas lanceoladas y de color verde oscuro se disponen en el ápice de las ramas y las flores, purpúreas se disponen en panículas terminales. Se conoce como “tabaiba de monte o silvestre, adelfa o filga”. Esta especie figura en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas y en el Catálogo Canario de Especies Protegidas en la categoría de “en peligro de extinción”. Usado para problemas de la piel. Se usa el látex blanquecino y pegajoso presente en toda la planta.

***Ilex platyphylla*.** Naranjero salvaje. Tiene alcaloides, y los frutos crudos son tóxicos (Pérez de Paz *et al.*, 1999).

***Laurus novocanariensis*.** Loro o laurel. Tiene propiedades aperitivas, carminativas, diuréticas, pectorales, emenagogas, estomacales, antirreumáticas. Se usan las hojas y el aceite de los frutos, en emplastos, linimentos, y manteca. Contiene linalol, geraniol y ácidos grasos (Pérez de Paz *et al.*, 1999).

***Ocotea foetens*.** Til o Tilo. Aunque puede tener interés como antimicrobiano, citostático, estimulante, se desconoce su uso popular como planta medicinal (Pérez de Paz *et al.*, 1999). Su aceite esencial contiene un elevado contenido en p-cumarato. Su contenido en lignanos le confiere una posible acción insecticida (González-Coloma, 2002).

***Persea indica*.** Viñátigo. Es tóxica y antiinflamatoria, dermatica, bactericida. Tiene diterpenos, ryanodol, cinnecilanol, avocadofuranos y lactonas (Pérez de Paz *et al.*, 1999).

***Picconia excelsa*.** Palo blanco. Esta especie contiene glucósidos iridoides (Damtoft, 1997).

***Prunus lusitanica ssp. hixa***. Hija o guindo silvestre. Antiespasmódica, antitusiva, sus hojas, en infusión, calman la tos persistente. En crudo son tóxicas. Contiene heterósidos cianogénicos (Pérez de Paz *et al.*, 1999).

***Viburnum rigidum***. Follao. Actividad purgante, febrífuga y antirreumática. Contiene glucósidos (salicina, viburnina) y taninos. Los taninos pueden provocar molestias estomacales. Las hojas en infusión tienen propiedades antifebrífugas. Los frutos se han utilizado como purgantes contra el estreñimiento.

***Visnea mocanera***. *Mocán*. Su uso y consumo entre los aborígenes estaba muy extendido, el fruto del Mocán, era además utilizado para elaborar una bebida en forma de miel llamada chacerquén, que tiene propiedades medicinales y normalmente era administrada para tratar trastornos estomacales y para combatir las inflamaciones de garganta, además, los aborígenes elaboraban una variante del chacerquén, que era utilizada en diversos rituales debido a sus propiedades estimulantes y su contenido alcohólico (<http://www.rutacanarias.com/>). Presenta buena actividad antibacteriana, justificándose su uso como cicatrizante, vulnerario y antiulceroso (Hernández Pérez, 1993).

### **2.2.2. Montevertes y pre-laurisilvas**

***Morella faya***. Faya. Sus frutos son comestibles, y se empleaban para el cuidado de la piel, ya que contienen saponinas, sustancias con propiedades jabonosas, anti-sépticas. Asimismo, su corteza es astringente y antibacteriana, por su contenido en taninos. Tiene propiedades medicinales (anticatarral, astringente, tónico intestinal, analgésica, odontológica y purgante) y es buena para fortalecer las encías y los dientes débiles (Pérez de Paz *et al* 1999).

***Erica arborea***. Es melífera, una de las especies que contribuye a la miel de brezo. Por su contenido en compuestos fenólicos y flavonoides, sus extractos tienen propiedades antioxidantes y anti radicales libres (Ay *et al.*, 2007). También contiene tánicos condensables. Es una de las plantas mencionadas por Darías (2001) como plantas empleadas para patologías urinarias en Canarias.

***Arbutus canariensis***. *Madroño canario*. El fruto es comestible. En algunas zonas mediterráneas es muy apreciado para la elaboración de confituras y mermeladas. Contiene más de un 10% de azúcar invertido y un 0,66% de ácido málico, además de un 10 a 12% de pectina. Tiene propiedades astringentes, antiinflamatorias y antisépticas (<http://locavoro.blogspot.com.es/>).

***Ilex canariensis*.** Acebiño o acebo canario. Tiene propiedades cicatrizantes, y es tintórea. Se emplea la planta entera, la corteza o los frutos, que cocidos son tóxicos. Contiene alcaloides y taninos (Pérez de Paz *et al.*, 1999).

### **2.2.3. Matorrales alísicos**

**Escobonales:** *Chamaecytisus proliferus*. Escobón. Es una leguminosa leñosa, recientemente en estudio para la producción de pulpa y papel (Jiménez, 2006), ya que tiene un elevado contenido en holocelulosa (81%) y  $\alpha$ -celulosa (41%), con un bajo contenido en lignina (19%) (Marqués, 2008).

**Codesares:** *Adenocarpus foliolosus*. Tiene alcaloides (L-adenocarpina, santiaguina). Propiedades béquica, aperitiva y vermífuga, también es una planta nutritiva (Pérez de Paz, 1999).

**Retamares alísicos:** *Teline* spp. De las 10 especies de *Teline* en las islas Canarias, 3 ó 4 tienen uso medicinal. De ellas, *Teline stenopetala* tiene propiedades narcóticas y se ha empleado como tranquilizante. Se dice que *Teline canariensis* se ha llevado a EEUU, donde los nativos la fumaban para producir una especie de euforia, aunque este uso no se ha documentado en Canarias (National Botanical Garden of Wales, <http://www.gardenofwales.org.uk/>).

## **2.3. Vegetación extraalísica**

El piso más elevado de formación arbolada potencial se corresponde con el de los pinares de *Pinus canariensis*, que teóricamente alcanzan los 2000 m o aún los 2200-2400-(2500) m en las laderas a sotavento de los alisios, en posiciones por tanto extraalísicas. Descienden los pinares hasta los 1000 m en los sectores del norte, ubicándose por encima del “mar de nubes”; y los pinos a veces incluso más, como especie accesoria; y en algunas laderas de poniente o del sur hace incursiones por barrancos hasta casi los 100 m, pero ello es excepcional en el conjunto.

### **2.3.1. Pinares**

***Pinus canariensis*.** Pino canario. La resina se empleaba para eliminar quistes, y los cogollos resinosos se empleaban en infusiones o como inhaladores para el tratamiento de problemas respiratorios como la bronquitis y el asma, al igual que su aceite esencial, diluido en agua caliente. La infusión de acículas se ha empleado

para combatir trastornos del tracto urinario y como diurético y vermífugo. El aceite de pino canario diluido en aceite de oliva también se emplea para tratar los dolores reumáticos.

### **2.3.2. Sabinares**

***Juniperus phoenicea***. Sabina mora. Es antioxidante y antimicrobiana gracias a su contenido en aceite esencial, que contiene un 50% de  $\alpha$ -pineno,  $\alpha$ -felandreno,  $\beta$ -pineno, linalol, piperitona  $\gamma$ -terpineno,  $\rho$ -cymeno y  $\alpha$  terpineol (Derwich *et al.*, 2010). Estas propiedades le confieren a la sabina sus usos medicinales como anti-séptica.

### **2.3.3. Jarales**

***Cistus monspeliensis***. Jaguarzo, jara negra. Es una especie aromática, cuyo aceite contiene 1,8-cineol, acetato de bornilo y  $\alpha$ -pineno como componentes mayoritarios, además de flavonoides como el camferol. Se utiliza en afecciones bucales, intestinales y de las vías respiratorias. Tiene propiedades cicatrizantes, antisépticas y antiulcerosas. (<http://www.valverdeverde.es/flora/25Cistaceae.pdf>).

***Cistus symphythifolius***. Amagante, jara. Tiene propiedades odontológicas, empleando una infusión como colutorio. Su esencia tiene diterpenos (ácidos cistadiénico y cistenólico) y la planta contiene taninos (Pérez de Paz *et al.*, 1999).

### **2.3.4. Retamares**

***Retama monosperma* ssp. *Rhodorhizoides***. Retama blanca. Alcaloides: anagirina, retamina, D-sparteína, soforidina, N-metilcitisina (Pérez de Paz *et al.*, 1999). Por decocción de los brotes se obtiene el agua de retama, que disminuye el nivel de azúcar en la sangre.

### **2.3.5. “Tomillares” y afines**

***Bystropogon***. Poleo. El poleo, *Bystropogon organifolius*, es un endemismo canario del que se diferencian cuatro variedades: var. *organifolius*, en las islas de Tenerife y La Gomera; var. *canariae* La Serna, en Gran Canaria; var. *ferrensis* (Ceb.et Ort.) La Serna, en El Hierro y var. *palmensis* Bornm., en La Palma. Se conoce como “poleo de pinar” o “poleo de monte”. Muy popular por su frecuente uso como infusión aromática, sobretudo en lugares fríos de cumbre, donde el *agüita de poleo* calienta el estómago y alivia las congestiones y catarros respiratorios (Cruz, 2011). Los prin-

cipios activos volátiles documentados son principalmente cetonas monoterpénicas: pulegona, mentona, isomentona, piperitenona.

***Micromeria glomerata*, *M. rivas-martinezii*.** Tomillos. Son endémicas de las montañas de Anaga en Tenerife. Su recolección tradicional ha contribuido a su escasez (Bramwell, 2004). Contienen terpenos, como borneol, pineno, alcanfor, canfeno. En general tienen acción antiséptica, se usan como tónico capilar, y pectoral (Pérez de Paz *et al.*, 1999).

### **2.3.6. Matorrales blancos extraalísicos**

***Cheiranthus cheiri*.** El alhelí amarillo es una planta que se emplea como ornamental. Tiene propiedades cardiotónicas, ya que contiene heterósidos cardiotónicos (chirósidos A y H y cheirotóxido), y diuréticas. Es antiviral (contra el herpes) y puede resultar tóxico.

## **2.4. Las plantas de la orla infrasilvica**

Se extiende sobre el territorio de más baja altitud, caracterizado por la residual potencialidad de formaciones arboladas (únicamente representadas por retazos y manifestaciones no extensas en enclaves favorables), cediendo el predominio a los matorrales xeró-temófilos integrados por plantas crasas o suculentas y secas de hojas estrechas y pequeñas, tanto inermes como espinosas y muchas tropófilas (pierden las hojas en verano), distribuidos por amplias superficies en todas las islas del archipiélago como consecuencia de las especiales condiciones climáticas de elevada evapotranspiración y régimen seco. Se extiende desde el nivel del mar hasta los 300-400 m en exposiciones de barlovento y los 400-600 a sotavento de los alisios, si bien en estas localizaciones pueden ascender aún más y llegar a formar ecotonos con la vegetación extraalísica, incluso a 1000 m. Tiene dos variantes: la infrasilvica típica (con una subvariante algo higrófila) y la hiperxerófila, esta última predominante en las Islas más orientales (las Purpurarias), donde se integran en el piso bioclimático termocanario.

### **2.4.1. Arbustados y rodales arbóreos termófilos**

Se ubican en zonas del piso bajo, con condiciones compatibles con la formación de arbolado por situarse en vaguadas, depresiones con rezumes de humedad etc. o bien en zonas de transición hacia los pisos superiores, tanto el Extraalísico al SO



como el Alísico al NE, pero en este último caso sin exposición directa a los vientos alisios húmedos y al mar de nubes. La principal característica es la termoesclerofilia, por lo que tienen cierta semejanza con las formaciones peninsulares mediterráneas del Tipo Esclerófilo. En esas zonas de transición, las especies principales pueden mezclarse con elementos de Monteverde a barlovento y con los pinares a sotavento. Algunas de ellas, son marcadamente freatófitas, como las palmeras o los tarajales.

***Dracaena draco*, *D. tamaranae*.** Drago. Los antiguos guanches atribuían propiedades milagrosas al drago, considerándolo como panacea. Seguramente fue este uso medicinal en años posteriores a la conquista, el que causó la merma en las manifestaciones de esta especie. La resina exudada en su tronco herido, de color rojizo (la “sangre de drago”) se condensa en grumos blandos al principio y que una vez secos se pueden reducir a polvo, al cual se la han atribuido propiedades desecativas, por lo que se solía aplicar interiormente en disenterías, hemorragias, flujo de vientre y, exteriormente, para secar y cicatrizar úlceras, así como en quemaduras. Sus frutos en infusión resultaban buenos para calmar la tos, aunque su uso más común radicaba en fortalecer las encías y limpiar los dientes (Viera y Clavijo, 1800). También se usó para la extracción de productos propios de tintes y barnices, con los que se sabe se teñían diversos útiles indígenas. Los frutos, de agradable sabor si bien de carne exigua, se usaban como alimento.

***Olea europaea ssp. cerasiformis* (*Oleaceae*).** Acebuche. Como uso popular, sobre todo en Gran Canaria, única isla del archipiélago con representación destacada y extensa de acebuche. El acebuche fue empleado en tiempos para leña, con la ventaja de que arde aún estando verde, con una combustión lenta. Los aborígenes canarios usaban varas de acebuche para fabricar armas que endurecían al fuego y también se utilizaban en el juego del palo /”banot”). Por la dureza de su madera (“al acebuche no hay palo que le luche”) se empleaba también para hacer aperos de labranza, ejes de carreta, cayados, utensilios agrícolas y artesanos etc. En la medicina popular canaria se ha usado la infusión de sus hojas para rebajar la fiebre y aminorar la tensión sanguínea, aparte de para combatir reumatismos y fortalecer el estómago. Asimismo, solía usarse su corteza en infusión para atenuar los nervios y la diabetes. En Lanzarote, los pastores mascan sus hojas para combatir llagas en la garganta y amígdalas inflamadas.

***Phoenix canariensis* (= *Phoenix jubae*).** Palma. Los antiguos pobladores de las Canarias ejercían un completo aprovechamiento sobre la palmera, del cual tenemos conocimiento por crónicas y por la pervivencia de algunos usos en épocas no muy lejanas de la actual. Los frutos de la palmera (támaras) no resultan aconsejables debido a su casi inexistente carne, siendo únicamente objeto de alimento en épocas

de extremada escasez, aunque sí se usaban como pienso para el ganado. No obstante, la utilización de la palma con fines alimenticios ha girado en torno a la savia fermentada o guarapo (Viera y Clavijo, 1799). Del guarapo los isleños obtenían vino (mistela), vinagre, miel y azúcar. En Gran Canaria está comprobada la obtención de miel de palma. Otros usos de la palmera son sus fibras para ropa, cestería y sombreros, sogas, esteras, agujas, redes, abanadores para avivar el fuego, escobas etc.

***Pistacia atlantica*** (Anacardiaceae). Almácigo. Es árbol de mucha duración (...) la resina sirve para la fabricación de barnices, perfumar los aposentos, dar a la boca buen olor, fortalecer los dientes y dar sainete el pan antes de hornearlo (...) las hojas y corteza se aplican para contener la inmoderadas evacuaciones del vientre (Viera y Clavijo, 1799). Ya Ceballos y Ortuño (1951) señalaban que tanto el valor de su madera como los usos medicinales de su resina debieron ser la causa inmediata de la disminución de su presencia en muchas zonas.

***Pistacia lentiscus*** (Anacardiaceae). Lentisco. Se usaba en infusión como astringente, por su contenido en taninos, y también como expectorante y antituberculosa. Mascadas sus ramillas jóvenes, la resina de sus tejidos internos tiene fama de fortalecer la dentadura y combatir el mal aliento, por lo que también puede usarse como colutorio.

#### **2.4.2. Balares**

***Plocama pendula***, *Rubiaceae*. Balo o abalo. Comúnmente rechazado como medicinal por su desagradable y penetrante olor, que transmite a la carne de las cabras ramoneadoras de sus péndulas ramillas y estrechas hojas, así como a la leche y por tanto al queso. Es tintórea.

#### **2.4.3. Comunidades arbustivas subnitrófilas**

***Withania aristata*** (*Solanaceae*). Orobal, sáquido. La infusión de sus hojas se usaba para combatir enfermedades y molestias oculares, dolores provocados por reuma o dentales (dolor de muelas). El zumo de sus frutos es drásticamente diurético (estimula la producción de orina), indicado para evitar la retención de líquidos (hidropesía). Parece ser que, bebido con vino, resulta un buen hipnótico para concebir el sueño. Se utilizan también como laxantes y antiasmáticos.

***Nicotiana glauca*** (*Solanaceae*). Gandul, bobo, malgusto, venenero. Por su contenido en nicotina, se usó como sucedáneo del tabaco (de ahí su otro nombre cana-

rio: “tabaco moro”) y, en cataplasma (hojas y flores), como dermatica; se considera tóxica.

*Ricinus communis* (Euphorbiaceae). Ricino, rezno.

#### **2.4.4. Matorrales infrasilvicos altos o medianos no excesivamente xerófilos o bien + higrófilos**

Se localizan en las cotas más bajas de las altitudes compatibles con la presencia de arbolado en espesura.

*Convolvulus floridus* (Convolvulaceae). Guaydil, anuel. La infusión de sus hojas es purificante y limpiadora.

*Hypericum canariense* (Hypericaceae). Granadillo. Es planta muy apreciada como curativa y vulneraria, sobre todo en cataplasma oleosa (al igual que su congénere *H. perforatum* de uso extendido en medicina popular), así como vermífuga y diurética; usada también para calmar la excitación nerviosa. Las hojas y ramas tiernas son recomendadas por el ganado.

*Echium spp. pl.* (Boraginaceae). Ajinajos, tajinastes (en el nombre se manifestaría una raíz léxica bereber con la connotación de “aguja”). Muchas de las abundantes especies canarias tienen aplicaciones tintóreas, para ornamento de maquillaje. En general, las casi dos docenas de especies canarias de *Echium*, muchas –las arbustivas– con flores vistosas agrupadas en tirso de coloraciones variadas (rojas, blancas, azuladas), son nectaríferas y, por tanto, buenas plantas melíferas.

#### **2.4.5. Matorrales crasos higrófilos, medianos o bajos.**

Entre sus componentes dominan especies de los de la familia de los veroles y bejeques (*Crassulaceae*), como *Aeonium*, *Aichryson*, *Greenovia* y *Monanthes*, que se ubican preferentemente zonas rocosas algo rezumantes de humedad. En algunas superficies costeras con suelos degradados, se extienden tapices densos de plantas herbáceas, crasas, de la familia de las *Aizoaceae*, con los géneros *Aizoon* (*A. canariense*, pata de perro o pata-camello) y *Mesembryanthemum* (barrillas, coscos o cofe-cofes), ambos géneros de plantas barrilleras, productoras de sosa tras la reducción a cenizas.

*Aizoon canariense* es a veces recomendado por el ganado y, en infusión, se usa para bajar el colesterol

*Mesembryanthemum crystallinum* se usa en exclusiva como barrillera, pero de *M. nodiflorum* también se aprovecha el fruto y la semilla. Las manchas tapizantes de las ‘escarchosas’ *Mesembryanthemum* proporcionan un brillo plateado o levemente rosado con las luces del amanecer en verano, sobre todo en las islas orientales.

#### **2.4.6. Matorrales infrasilvicos termoxerófilos crasos.**

Son los que alcanzan mayor representación superficial en el conjunto del área adscrita al Tipo Infrasilvico. El territorio ocupado es el que suele concentrar una mayor densidad de entidades de población y ha sido objeto tradicionalmente de uso pastoral preferente, luego sustituido en muchas zonas por el urbanístico. Se observa actualmente la colonización de parcelas de pastizal o incluso cultivos por matorrales de los que se van a comentar, que recuperarían así las ubicaciones de las que fueron desplazados. Son características las especies de *Euphorbia*. Hay de tres tipos, los tabaibales y los cardonales, y mixtos.

##### **1) Los tabaibales**

De especies no espinosas, las tabaibas (con hojas agolpadas en los extremos de ramas trímeras) y las toldas (de tallos cilíndricos desprovistos de hojas).

*Euphorbia obtusifolia*. Tabaiba amarga. El látex producido por esta tabaiba es fuertemente cáustico, corrosivo e irritante -al igual que el del cardón-, cuyo antídoto, con acción contrarrestante, es el correspondiente jugo de la tabaiba dulce. Es de textura pegajosa, sabor acre y olor desagradable. Se empleaba como cauterizador de heridas dérmicas. La corteza se usaba para aplicarla en cataplasma sobre articulaciones, produciendo irritación de la piel y a continuación formación de úlceras que supuraban, actuando como revulsivo. Este uso se siguió practicando hasta decenios recientes para tratar la artritis, luxaciones o fracturas.

*Euphorbia balsamifera*. Tabaiba dulce, tabaiba mansa. De hojas más anchas y redondeadas que su congénere y un solo fruto en el centro de la última roseta de las ramas. Es una de las plantas más apreciadas en la botánica medicinal popular, con compuestos químicos del grupo de los triterpenos (cicloartenol y lanosterol). El látex balsámico que la da nombre, es decir, la “leche” de la tabaiba dulce, ya coagulada y habiéndose formado una pasta con consistencia de “chicle”, se masticaba para desalivar y fortalecer la dentadura y las encías, además de usarse como anti-inflamatoria, particularmente contra las irritaciones de las otras tabaibas. Este uso fue reseñado por Viera y Clavijo [(1866-69) 1982: 404]: *Esta leche, de que abundan todas las partes de este arbusto, es un goma resina, que se coagula prontamente*

*al sol; y como entonces pierde la corta acrimonia que puede tener en su estado de líquida, la suelen mascar con gusto nuestros paisanos para desalivar y fortalecer la dentadura.* Para ablandar durezas (emoliente) y en general como dermatico se usaba aplicada directamente para curar callos, verrugas, heridas y grietas de la piel; diluyendo el látex en aceite, se obtienen cataplasmas para extender sobre el pecho de los acatarrados.

En 1991 fue declarada símbolo vegetal de Lanzarote. Tal vez el nombre antiguo Dolatelac para esta isla aluda a esta especie: está consignado en un documento vaticano de 1431, y su etimología llevaría al significado literal de ‘euforbiácea verde’. No hay ninguna otra fuente que mencione este nombre, que pudiera haberse referido sólo a una porción del territorio. Pero llama la atención su correspondencia con la goma o resina llamada *azaro*, *azarote* o *lanzarote* (en latín, *sarcocolla*), producida también por una euforbiácea. Merece la pena el siguiente comentario de Viera y Clavijo: *Lanzarote es una voz española anticuada, que significa lo que en latín sarcocolla, esto es, cierta especie de resina o goma balsámica. En la isla de Lanzarote se ha criado siempre la mejor casta de aquellas plantas o arbustos que llamamos tabaibas, cuyo jugo abundante, dulce y gelatinoso es un bálsamo digno de algún aprecio. Por tal lo recomiendan Bontier y Le Verrier en la historia de estas conquistas. ¿Pues qué origen más natural del título de Lanzarote?»* [Viera (1772, XV, 11) 1982a, II: 296].

***Euphorbia aphylla*.** Tolda, tabaiba zancuda. El látex también se usa para uso tópico, sobre la piel.

***E. regis-jubae*.** Higuera o tabaiba salvaje o morisca. De su látex también se hacían cataplasmas con efectos analgésicos; es, como la tabaiba amarga, tóxica.

***E. atropurpurea*.** Tabaiba roja o mejorera. El nombre de “majorera” que se aplica como gentilicio de Fuerteventura, parece no ser el correcto (esta tabaiba sólo vive en Tenerife). Parece ser que lleva esta denominación por la creencia, aún mantenida por algunos cabreros, de que esta planta “mejoraba” la calidad de la leche y la carne y beneficiaba la salubridad del ganado.

## 2) Los cardonales

Con el cardón mayor canario (*E. canariensis*) de hojas diminutas, fugaces y espinas estipulares en parejas; y el cardón blanco *E. handiensis*, más bajo, endémico estenócoro de las solanas de la península de Jandía (Fuerteventura).

***Euphorbia canariensis*.** El látex blanco y amargo es intensamente nauseabundo, hasta el punto de que se cuenta que se usaba para despertar a los dormilones. Según textos antiguos, los antiguos canarios practicaban algunas actividades pesqueras, en los ríos otrora regulares y en la costa –no vivían del todo de espaldas al mar, como suele pensarse-: entre ellas, destacaba la realización de muros de piedra levantados en las pequeñas calas de la costa durante la bajamar; con la pleamar, mucho pescado de tierra quedaba tras la pared; luego, se echaban trozos de cardón que, al desprender su leche venenosa, adormecían a los peces permitiendo su captura: se trataba de una forma de “entorviscado” o “envarbascado”. El hecho de haber sido empleado el látex para pescar está relacionado con su acción hemolítica, como es frecuente en la mayoría de las plantas empleadas por los pescadores furtivos: añadido en pequeña cantidad al agua de los acuarios los peces mueren pronto como consecuencia de hemorragia fuerte; esta acción hemolítica –atribuible a las saponinas- va acompañada de otra irritante. En efecto, así como el jugo de la médula es inocuo y hasta dulzón, el látex es venenoso, por muy corrosivo, rubefaciente y vesicante, incluso el polvo de ese látex solidificado por desecación, que irrita mucosas nasofarínegas (sirve para provocar el estornudo) y conjuntivas. La leche seca y pulverizada se aplicaba externamente como tratar caries y heridas producidas durante las sangrías; mezclada con aceite, servía como dermatica, para el tratamiento de eczemas, forúnculos etc. Sus componentes principales son los triterpenos euphorbol y euphol. Curiosamente, se encuentra el antídoto, además de en la leche de la tabaiba dulce, en la infusión del cornical (*Periploca laevis*), especie que a menudo aparece entremezclada en sus tallos columnares.

### 3) Mixtos (tabaibal-cardonales)

Hasta los 200 m se emplazan los mejores tabaibales dulces, que dan paso en las laderas más rocosas a los rodales de cardón, con los que se entremezclan. Los tabaibales amargos, en general los más extendidos –al menos los de las islas occidentales y centrales- se expanden rápidamente sobre terrenos degradados y, de forma espontánea, ascienden hasta los 700 m, participando en los ecotonos de los pinares casi a 1000 m, mientras que no llegan a 400 m en las fachadas sometidas al régimen de los alisios. En los matorrales mixtos, junto con las especies principales y características, pueden encontrarse:

**\**Opuntia* spp.** Sus propiedades medicinales radican en su capacidad para disminuir el azúcar en sangre, por lo que se ha empleado como remedio tradicional para la diabetes. En medicina natural los frutos son considerados astringentes y las palas frescas, calentadas al horno, se utilizan como emolientes colocados en forma de cataplasma sobre la zona afectada.

**\*Agave spp.** Estudios recientes señalan el agave como uno de los cultivos energéticos del futuro, si bien es necesaria mayor investigación. *A. americana* (pita), se emplea para la obtención de fibras. *A. fourcroydes* (henequén) y *A. sisilana* (sisal), son plantas ricas en saponinas y glicósidos (agavósidos). Diurético, depurativo, antiescorbútico, laxante y vulnerario.

#### **2.4.7. Matorrales termoxerófilos secos (no crasos)**

Con dos variantes:

##### **1) Matorrales blancos**

En los que en conjunto dominan las matas elevadas o subarbusivas (2-3 m), de coloraciones grisáceas o blanquecinas y también otras matas menores.

Elementos característicos son *Neochamaelea pulverulenta*, *Schizogyne sericea*, *Artemisia canariensis*.

Hay otros matorrales blancos con especies que se distribuyen preferentemente en área extraalísica, como *Sideritis spp.* Chahorra de monte. Utilizada en cataplasmas como vulneraria y astringente.

##### **2) Matorrales mixtos hiperxerófilos/haloxerófilos**

En las islas orientales y algunas ubicaciones en Gran Canaria, se corresponden con los matorrales de las zonas más áridas.

*Launaea arborescens*. Aulaga, ajulaga y otras variantes. Las matas incandescentes se utilizan en las matanzas para quemar el pelo de los cerdos. El cocimiento de la planta sirve como antiasmático y vulnerario, pero es especie alergénica y puede producir dermatitis.

#### **2.4.8. Matorrales mixtos de crasas y secas (generalmente tabaibales mixtos)**

Con las tabaibas y cardones suelen convivir el verode o verol, *Kleinia neriifolia*, de tallos también algo carnosos, y el seco espino negro, *Lycium intricatum*.



Elementos característicos son *Periploca laevigata*, *Teucrium heterophyllum*, *Salvia canariensis*, *Gymnocarpus decandrus*.

Encontramos también *Opuntia* spp. y *Agave* spp.

#### **2.4.9. Matorrales mixtos de crasas y secas**

***Ceropegia fusca*.** Cardoncillo. Es una planta con propiedades cicatrizante y vulneraria, gracias a su contenido en mucílagos y triterpenos como el escualeno, germanicol, taraxasterol y  $\beta$ -sitosterol. Se emplea el jugo, en uso externo, para cicatrizar heridas.

***Echium decaisnei*. *E. onosmifolium*.** Tajinastes. Las hojas se emplean para aliviar el dolor de las articulaciones, y tratar la fiebre. El GLA también es efectivo para tratar tumores cerebrales y ópticos. Algunos *Echium* endémicos de Canarias, producen una gran cantidad de semillas, y se podrían emplear como fuente de GLA en el futuro (Bramwell, 2004).

***Kleinia neriifolia*.** Verol o verode. Es una planta tóxica, cicatrizante y vulneraria. Se emplea el jugo de los tallos y las hojas a modo de cataplasma. Contiene mucílagos, ésteres sesquiterpénicos, alcaloides, escualidina y renardina (Pérez de Paz *et al.*, 1999). Es melífera, y ornamental.

***Lycium intricatum*.** Cambrón. Antiespasmódica, antitusiva y diurética. Contiene liciína y taninos. En África subsahariana, el jugo que se extrae de machacar las hojas, puro o disuelto en agua, se usa en forma de gotas para las infecciones oculares de personas y animales (Barrera *et al.*, 2007).

***Periploca laevigata*.** Cornical. Es tóxica debido a que contiene heterósidos cardiotónicos en su látex. Es purgante. Se emplea como antídoto del látex del cardón. Tiene  $\beta$  sitosterol, lupeol,  $\alpha$  y  $\beta$  amirina.

***Rhamnus crenulata*.** Espinero o leña negra Es laxante, purgante, diurética y tintórea. Se emplean los frutos, que contienen derivados antraquinónicos, flavonoides (emodol, ramnetol) y taninos (Pérez de Paz *et al.*, 1999).

***Rubia fruticosa*.** Tasaigo. Elevado contenido en antraquinonas, hasta un 20% de peso seco en cultivos celulares. Es aperitiva, resolutive y diurética. (Pérez de Paz *et al.*, 1999). También es tintórea.

***Rumex lunaria***. Vinagrera o acedera. Es tintórea. Se ha observado que es cicatrizante en heridas dérmicas y bucales (Rodríguez *et al.*, 2007). También es pectoral, depurativa y antiinflamatoria, alivia picadoras de insectos y hemorroides y es emoliente (Pérez de Paz, 1999)

***Lavandula canariensis***. Mato risco. A pesar de pertenecer al género *Lavandula*, no contiene una cantidad reseñable de aceites esenciales, por lo que no es tan aromática. Sus componentes mayoritarios son carvacrol,  $\beta$ -bisaboleno,  $\alpha$ -farneseno y  $\beta$ -cariofileno. Tiene usos como relajante, febrífuga, y vermífuga, anti parasítica, antiinflamatoria, y previene el cáncer (Bramwell, 2004). En infusión, es buena para el estómago.

#### **2.4.10. Matorrales secos blancos**

***Artemisia canariensis***. Incienso morisco. Aromática utilizada para sahumerios y como colutorio. Los principios activos volátiles que presenta son lactonas sesquiterpénicas. Se han demostrado sus propiedades diuréticas, que tiene la capacidad de incrementar el volumen de orina con la ventaja de evitar la excesiva pérdida de potasio de los fármacos convencionales (Benjumea, 2005). La presencia de lactonas sesquiterpénicas como vulgarina y tabarina (Pérez de Paz *et al.*, 1999) justifican algunas de sus propiedades terapéuticas como digestivas o antiinflamatorias, así como cumarinas, que le confieren propiedades antiparasíticas (Bramwell, 2004).

***Neochamaelea pulverulenta***. Leña buena, leña santa, orijama. Es antiasmática, hipoglucemiante, anticatarral, febrífuga. Se emplea la infusión del tallo y contiene cumarinas, cromonas, pulverina y pulverocromenol (Pérez de Paz *et al.*, 1999).

***Salvia canariensis***. Salvia canaria. Su aceite esencial contiene acetato de bornilo, beta-cariofileno,  $\alpha$ -pineno y viridiflorol, cariofileno, escualeno, salviol, clovanediol, sitosterol y su  $\beta$ -D-glucósido, y los ácidos ursólico y oleanólico. La hoja se emplea, vía interna, para mejorar síntomas digestivos en dispepsia y para reducir la sudoración excesiva; y vía externa para las inflamaciones de la mucosa bucofaríngea. Tradicionalmente se ha utilizado como antiséptica y antiinfecciosa, tónica del sistema nervioso, hipoglucémica, febrífuga y digestiva. Es muy común el uso de infusión de salvia para las inflamaciones de la garganta o la boca (Cruz, 2011).

***Schizogyne sericea***. Salado blanco, irama, dama. Es una planta analgésica, astringente, antiinflamatoria y vulneraria, se usa la planta entera y las sumidades floridas en infusión. Contiene sales (Pérez de Paz *et al.*, 1999).

***Teucrium heterophyllum*.** Jócamo o Salvia India. Endemismo macaronésico. Contiene sesquiterpenos eudesmanos (teucdiol A, teucdiol B y teucrenona). Es aromática, se usa en perfume, y como medicamento pectoral.

#### **2.4.11. Matorrales hiperxerófilos**

***Launaea arborescens*.** Aulaga. Es tintórea. Tiene propiedades antiictéricas, hipoglucemiantes, y tónicas. Contiene aceite esencial, flavonoides, compuestos fenólicos y glucósidos (cichoriína, aesculina y el triterpeno taraxasterol (Pérez de Paz *et al.*, 1999). Se emplean el látex, tallos y hojas, y las raíces, que se usan para tratar la diabetes (UICN). En África Subsahariana, el látex, exprimido directamente de las hojas frescas, se usa para las enfermedades oculares infantiles (Barrera *et al.*, 2007).

***Salsola vermiculata*, *S. divaricata*.** Barrillas, sosa. Habitan suelos altamente salinos, por lo que almacenan sales de Na y Mg en hojas y tallos, a fin de poder captar el agua del suelo. Este acúmulo de sales les hace ser una magnífica fuente de obtención de sosa. Desde la expansión musulmana se ha empleado esta planta para la producción de sosa, que se empleaba en la industria del vidrio y el jabón. Se dejó de emplear en el siglo XIX con la llegada de la sosa artificial.

#### **2.5. Vegetación freatófita**

***Salix canariensis*.** Contiene derivados salicílicos (salicina, fragilina, triandrina, saligenina, salicortina), ácidos (salicílico, vainílico, siríngico, cafeico), flavonoides y taninos. Se emplea la corteza por sus propiedades febrífugas y contra el dolor, con usos tradicionales son para tratar los estados gripales y las fiebres, el dolor de cabeza y de espalda, o de las articulaciones afectadas por el reumatismo (Cruz, 2011).

***Tamarix canariensis*.** Tarajal, taraje o taray. Es tintórea. Contiene taninos. La corteza tiene propiedades astringentes, y en algunas zonas de África se emplea para limpiar los dientes. Se emplea también para afecciones de la piel. Es astringente, diurética, tónico hepático (Pérez de Paz, 1999).

## 2.6. Saladares húmedos

***Arthrocnemum***. Sosa jabonera o alacranera. Planta barrillera. Al igual que la salsola, de ella se obtenía sosa para la industria del vidrio y del jabón.

***Halimione portulacoides***. Verdolaga marina. Es comestible en crudo o cocida.

***Salicornia***. Planta comestible, rica en nutrientes esenciales. Planta barrillera. Al igual que la salsola, de ella se obtenía sosa para la industria del vidrio y del jabón.

***Suaeda vera*, *S. vermiculata***. Mato, matamorro o brusquilla. Planta barrillera. Al igual que la salsola, de ella se obtenía sosa para la industria del vidrio y del jabón.

***Zygophyllum fontanesii***. Babosa, salado moro, uva de guanche, uvilla de mar. Planta barrillera. Es comestible, se consumen sus hojas y brotes. Su uso como alimento de la población canaria proviene de desde tiempos remotos. No tiene un alto valor energético, pero es rica en sales minerales de origen marino, que acumula en su interior. Contiene taninos, que son responsables de su acción dermatológica, cicatrizante.

## 3. Plantas tintóreas y colorantes naturales

Los colorantes orgánicos, aquellos sintetizados y acumulados en las células de las plantas y animales, han sido utilizados desde tiempos remotos por el hombre. Su uso se extendió hasta mediados del siglo XIX, cuando aparecieron los primeros colorantes sintéticos (anilinas) que comenzaron a desplazar a los tintes naturales. En las Islas Canarias se han utilizado las plantas con propiedades tintóreas para el teñido de objetos y tejidos desde tiempos inmemoriales. Así lo demuestran documentos como los de Plinio el Viejo (siglo I d.C.), que se refería a las islas como “las purpurarias” por su producción y uso del color púrpura, o los textos medievales de Boccacio (1341) que hacían referencia al uso de cortezas tintóreas en las Canarias (Álvarez, 1944; Bañares, 2008).

Así mismo, éste archipiélago ha sido tradicionalmente un exportador de tintes vegetales, tales como la granza o rubia (*Rubia fruticosa* Aiton.), la orchilla (*Roccella tinctoria* DC.), la hierba pastel (*Isatis tinctoria* L.) o el drago (*Dracaena draco*, L.)

(Hidalgo *et al.*, 1992; Tejera, 2000; Ory, 2004). A continuación se analizarán los principales colorantes naturales usados y explotados en las Islas Canarias.

### **3.1. El Tasaigo (*Rubia fruticosa* Aiton. ssp. *fruticosa*)**

- El “tasaigo” o “rubia” (*Rubia fruticosa* Aiton. ssp. *fruticosa*) es un endemismo macaronésico con presencia en todas las islas de Canarias. Este arbusto trepador de la familia *Rubiaceae* que habitualmente crece en el cardonal posee hojas ovadas espinosas, flores de color amarillo pálido distribuidas en racimos axilares y frutos en forma de baya globosa de color negro o blanco traslúcido (Otto, 2005).
- El uso del género *Rubia* se remonta a las antiguas civilizaciones egipcias (2500 a.C.), que utilizaban la *Rubia tinctorum* L. para teñir sus prendas de lino y el cuero de rojo (Bañares *et al.*, 2008). Esta planta, que fue usada a lo largo del tiempo por distintas civilizaciones, se convirtió en los siglos XV-XVII en el símbolo de riqueza de Holanda y llevó a Francia a ser el primer productor europeo en 1782.
- Dado que casi todas las especies del género *Rubia* poseen propiedades tintóreas, se estima que las poblaciones aborígenes de las islas utilizaban el tasaigo (*Rubia fruticosa* Aiton. ssp. *fruticosa*) para el teñido de sus vestimentas (Bañares *et al.*, 2008). Entre las referencias que documentan esta hipótesis se encuentran los escritos de 1796 de Viera y Clavijo, quien hablaba de su uso en las islas y explicaba el teñido de lanas con la raíz de esta planta (Hernández, 2007).
- A nivel químico, el tasaigo es rico en antraquinonas, componente responsable de la coloración roja que se obtiene de sus raíces (Cano, 2007). Sus usos principales se orientaron al teñido de textiles y a farmacología. Sin embargo, poco a poco el cultivo de tasaigo fue desplazado por el de otras especies y la obtención de color rojo fue extraído complementariamente de otras fuentes como el drago (Bañares *et al.*, 2008).

### **3.2. El Drago (*Dracaena draco* L.)**

- Este árbol nativo en las Canarias, con presencia en todas las islas salvo Lanzarote y Fuerteventura, y perteneciente a la familia *Dracaenaceae* es considerado junto con la palmera y el pino canario uno de los emblemas naturales del archipiélago.
- Su resina, conocida como “sangre de drago” era extraída para la fabricación de un tinte rojizo. El proceso, según explica Álvarez (1842) consistía en hacer una serie de incisiones en el tronco para que exudara un líquido blanquecino que, al contactar con el aire, se solidificaba adquiriendo un color rojo oscuro. Una vez seco se reducía a polvo, tomando un tono rojo carmín que era usado para barnices y pinturas.
- Además del color rojo obtenido de la resina del drago, sus hojas han sido utilizadas como curtiente y como colorante anaranjado. El color se obtenía a partir del triturado de las mismas o a partir de infusiones de dichas hojas (Marrero, 2009).
- La sobreexplotación de estos árboles durante el siglo XVI y la posterior introducción de nuevos colorantes en las islas hicieron que el comercio de “sangre de drago” ya no fuera rentable, convirtiéndose en una actividad económica marginal (Sánchez-Pinto *et al.*, 2009).

### **3.3. La hierba pastel (*Isatis tinctoria* L.)**

- *Isatis tinctoria* L. (hierba pastel) es una herbácea bianual de la familia de las crucíferas, de 50-150 cm de alto, con raíz pivotante, hojas inferiores oblongo-lanceoladas y superiores lanceoladas de color verde azulado, pequeñas flores amarillas dispuestas en racimos corimbiformes y frutos en silículas (Hidalgo *et al.*, 1992). Habitualmente crece en terrenos secos y rocosos (Cabot, 2008).
- Esta planta originaria de Europa Mediterránea y Europa Occidental fue introducida en Canarias a raíz de la conquista castellana, posiblemente por los portugueses (ya que era cultivada en Madeira y las Azores previamente) (Bonet, 2006).

- Tuvo gran importancia en las islas durante el siglo XVI por extraerse de ella un colorante azulado. Fue ampliamente cultivada en Tenerife, La Palma, El Hierro y Gran Canaria (Hidalgo *et al.*, 1992). También hay registros históricos que documentan su uso en La Gomera por la población prehispánica para la confección de sus trajes de guerra (Abreu, 1940). Inglaterra fue el principal y casi único importador de esta planta durante este siglo, usando sus pigmentos para teñir las telas que vestían en combate (Torriani, 1940).
- Poco a poco su cultivo fue disminuyendo debido a la introducción del añil (*Indigofera tinctoria* L.) que desplazó a la hierba pastel, perdiendo ésta su importancia comercial en el siglo XVII (Leal, 2009) y prácticamente extinguiéndose en todas las islas salvo en El Hierro a principios del siglo XVIII (Bonet, 2006).
- El principio activo por el que esta planta contiene propiedades tintóreas es la “isatina”. A partir de este compuesto producido por la hierba pastel se obtenía color azul (Hidalgo *et al.*, 1992).

### **3.4. La orchilla (*Roccella tinctoria* DC.)**

- La orchilla es un liquen nativo de canarias compuesto por filamentos foliáceos de hasta 10 cm de largo que presentan una consistencia corácea y un color negruzco salpicado por manchas blanquecinas (Pallarés, 2004).
- La extracción de la orchilla fue de las primeras explotaciones económicas intensivas en las Islas Canarias. Su uso comenzó probablemente en la Antigüedad por los fenicios, y luego los colonizadores europeos y la propia sociedad canaria continuaron sobreexplotando este recurso tintóreo. La actividad extractiva y comercial alcanzó gran desarrollo a partir del siglo XVI, consolidándose a lo largo del siglo XVIII y decayendo en el siglo XIX (haciendo desaparecer el oficio de “orchillero” o recolector de esta especie) (Álvarez, 1946; Hidalgo *et al.*, 1992; Tejera, 2000; Pallarés, 2004; Suárez, 2006).
- La extracción de la orchilla se suprimió en 1817 por Orden Real, aunque hasta hace pocos años fue recolectada en Fuerteventura y Lanzarote (Hidalgo *et al.*, 1992; Pallarés, 2004).

- La orchilla es generadora de ácidos liquénicos, compuesto que mezclado con el amoníaco y el oxígeno origina ácido carbónico y orceína (Suárez, 2006), considerada como el componente principal responsable del color rojo púrpura obtenido de la orchilla.
- Viera y Clavijo (1982) explicaba el proceso de obtención del color señalando que una vez limpio y seco, había que moler el líquen hasta formar una pasta que se depositaba en un recipiente al que se le añadía orina (amoníaco) disuelta en agua y cal apagada. Posteriormente había que remover esta mezcla cada dos horas, dejando tapada la vasija el resto del tiempo. La operación de humedecer la pasta y añadir cal apagada se debía repetir durante tres días (que era cuando ya empezaba a tomar un color purpúreo). A los ocho días del proceso, la pasta obtenía un color rojo que indicaba su estado óptimo para el teñido. Este tono se podía modificar hacia el azul añadiendo zumo de limón.
- En la actualidad, la orchilla (también conocida como tornasol) se comercializa en forma de pasta de olor a violetas y sabor alcalino (Bañares, 1993).
- Por último cabe señalar que quizá lo más curioso de la actividad relacionada a la orchilla fue que, salvo casos esporádicos, en las Islas Canarias no se realizó el proceso de extracción de tinte. Por lo general, en las islas únicamente se recolectaban los líquenes y se exportaban, volviéndose a importar posteriormente los tejidos teñidos en las fábricas de Europa o de España continental (Pallarés, 2004).

### **3.5. La barrilla (*Mesembryanthemum crystallinum* L.)**

- La barrilla, también conocida como “escarcha” o “hierba helada”, es una herbácea nitrófila de la familia de las Aizoáceas de origen africano que se encuentra naturalizada en Canarias y es muy abundante en las zonas bajas de las islas.
- Esta planta anual de hojas carnosas y llamativas flores supuso a finales del siglo XVIII y principios del XIX un motor económico muy importante en Canarias, especialmente en la isla de Lanzarote. Se estima que esta planta fue introducida en las islas alrededor de 1785. Inicialmente su uso se limitó a la producción de gofio (a partir de sus semillas) por parte de la población, pero poco tiempo después, tras advertir las numerosas utilidades que poseía esta planta (especialmente en la producción de sosa ya que contenía hasta un 45%



de este compuesto), la barrilla comenzó a ser cultivada por los isleños y exportada (Pallarés, 2004). Se estima que en el año 1810 la exportación de esta planta a Inglaterra para la producción de jabón supusieron grandes ingresos económicos en Canarias (Millares, 1995). Aunque con uso secundario, esta planta también fue usada para la obtención de tinte de color beige y como mordiente (para fijar el color en el textil) (Pallarés, 2004; Bañares *et al.*, 2008)

### **3.6. La grana cochinilla**

- La cochinilla (*Dactylopius coccus*) es un insecto homóptero que parasita especies del género *Opuntia* (tuneras). En concreto, la hembra de este insecto coloca sus huevos sobre la hoja de la tunera, formando una masa blanca (Tovar, 2010). Su ciclo biológico es de unos 2-3 meses y las puestas suelen ser de unos 400 huevos. La infección del cactus se realiza generalmente en junio, cuando hay menos lluvias, y se recogen tres meses después. La recolección se hace a mano con un cepillo o cuchara y una vez recogidos los insectos se dejan secar al sol durante dos días extendidos sobre un “tablero”. Posteriormente los insectos son aplastados por el movimiento de vaivén entre tableros y se dejan secar al sol de nuevo durante una semana. Luego se criba para separar la cochinilla de los residuos (Hidalgo *et al.*, 1992; Pallarés, 2004).
- De la pasta obtenida se extraen tonos desde rojo oscuro hasta rosado, en teñidos sucesivos, y distintas tonalidades de granate y morado en función de los diferentes tratamientos que se apliquen.
- La importancia de este insecto radica en la producción de ácido cármico, componente que permite una mayor capacidad de teñido y origina colores más vivos (Tovar, 2010).
- Las tuneras fueron en el siglo XIX un formidable sostén de la economía isleña al permitir el cultivo de la cochinilla importada desde México (Ory, 2004). A finales del siglo XIX, tras la aparición de las anilinas, los cultivos de cochinilla fueron sustituyéndose por el cultivo de plátano, tomate y papas (Hidalgo *et al.*, 1992).
- Su decadencia se produjo por la aparición de tintes sintéticos pero nunca se dejó de cultivar en las islas. Actualmente se sigue cultivando la grana cochinilla pero con fines más orientados a la alimentación, cosmética y farmacología.

- Los cultivos actuales se desarrollan principalmente en Lanzarote, siendo los rendimientos de 175 kg de cochinilla seca/ha (y 2 kg de seca por cada 7 kg frescos). La producción regional ronda los 45.000 kg anuales, convirtiendo a España en el segundo productor mundial tras Perú. Los principales importadores son Italia, Inglaterra y Francia, quienes la utilizan como colorante de bebidas (Hidalgo *et al.*, 1992).
- En las islas Canarias los cultivos de cochinilla han sido cultivados principalmente sobre las especies *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. y *Opuntia dillenii* (Ker-Gawl.) Haw.

### **3.7. Otras especies colorantes nativas y endémicas**

- Además de las especies anteriormente desarrolladas destacan otras con potencial tintóreo aunque explotadas en menor medida en las Islas Canarias.
- Este es el caso del *Echium aculeatus* Poir. (tajinaste), endemismo canario presente en las islas de El Hierro, La Gomera, La Palma y Tenerife. Este arbusto perteneciente a la familia de las Boraginaceas, ha sido utilizado para la extracción de tintes. De la corteza de su raíz se obtienen tonos rojizos (Hernandez, 1997; Bañares, 2008). Existen más especies del género *Echium* con propiedades tintóreas presentes en las islas.
- Otro endemismo macaronésico con uso tintóreo es el *Ilex canariensis* Poir. (acebiño). De este arbusto que puede desarrollarse como árbol de hasta 10 m. se han obtenido distintos colores. El fruto del acebiño proporciona color azul. Su corteza, dependiendo del tratamiento con mordientes, da tonalidades amarillentas y verdosas (Hernandez, 1997; Bañares *et al.*, 2008).
- Igualmente, el endemismo de las islas macaronésicas *Persea indica* (L.) Sprengel (viñátigo) se usa en tintorería. Las hojas de esta Laurácea considerada símbolo natural de La Gomera son utilizadas para obtener tinte verde (Hernández, 1997).
- También se obtiene colorante verde de las bayas del “loro” (*Laurus novocanariensis* Rivas Mart., Lousâ, Fern. Prieto, E.Díaz, J.C. Costa & C. Aguiar). Este árbol de la familia de las Lauráceas es endémico de Canarias y Madeira y característico del bosque de laurisilva.

- Del mismo modo, la “cresta de gallo” (*Isoplexis canariensis* (L.) Loud.) es otro endemismo canario del cual, según la tradición popular, se obtiene color verde. Este arbusto de la familia *Scrophularaceae* está presente en las islas de Tenerife, La Palma y La Gomera y es característico del bosque de laurisilva.
- El pino canario (*Pinus canariensis* Chr. Sm. ex DC), endémico de las Canarias, también es usado como colorante. Su corteza hervida en agua proporciona color marrón. Este tinte sigue usándose principalmente en la isla de El Hierro (Hernandez, 1997; Bañares *et al.*, 2008).
- Así mismo la “faya” (*Morella faya* Ait.), especie característica de la laurisilva canaria, proporciona varias tonalidades. De su fruto se extrae color violeta y de su corteza tonos anaranjados (Hernandez, 1997; Bañares *et al.*, 2008).
- Igualmente ocurre con la “rejalgadera” (*Solanum vespertilio* Ait. ssp. *vespertilio*), especie endémica de Tenerife ubicada en la parte baja de la laurisilva. A este arbusto de la familia de las Solanáceas la tradición popular le atribuye propiedades tintóreas.
- La “capitana” (*Phyllis nobla* L.) es un matorral endémico macaronésico con presencia en todas las islas salvo en Lanzarote y Fuerteventura. Pertenece a la familia de las Rubiáceas y crece habitualmente en zonas de laurisilva y pinar, siendo abundante en fondos de barranco, riscos o paredes. De las hojas y tallo se obtiene color amarillo (Bañares *et al.*, 2008).
- Otro ejemplo es el “codeso” (*Adenocarpus foliolosus* (Aiton) DC), leguminosa endémica canaria que además de tener propiedades medicinales es considerada tintórea. De su corteza se obtiene color amarillo.
- En las zonas más termófilas de la laurisilva y en las zonas húmedas del bosque termófilo se encuentra el “mocán” (*Visnea mocanera* L.), árbol endémico de Madeira y Canarias y presente en todas las islas salvo en Lanzarote, de la familia *Theaceae*. Esta especie, que actualmente se encuentra protegida, contiene flavonoides y derivados fenólicos. Antiguamente fue usada para obtener color marrón a partir de sus frutos (Bañares *et al.*, 2008; Cruz, 2010).
- La *Artemisia thuscula* Cav. o *Artemisia canariensis* Less. (incienso canario) es una Asteracea endémica de Canarias que se encuentra presente en todas las islas salvo en Lanzarote y Fuerteventura. Este arbusto que crece entre matorra-

les del piso basal y bosque termófilo fue usado antiguamente como especie tintórea, obteniéndose de él color verde pálido y amarillo (Otto, 2005).

- El “torvisco” (*Daphne gnidium* L.), de la familia de las Timeleáceas, es un arbusto nativo de las Islas Canarias. Aunque no existen registros de su utilización tintórea en este archipiélago, es conocido su uso en la costa norafricana (Bañares, 2008). De sus frutos se obtiene el color amarillo (Guarrera, 2008).
- La “aulaga” (*Launaea arborescens* (Batt.) Murb.) es un arbusto espinoso nativo de las Islas Canarias que se encuentra en las zonas bajas de las islas, frecuentemente en terrenos de cultivo abandonados. Esta planta de la familia de las Asteráceas posee propiedades tintóreas. (Otto, 2005).
- La “tedera” (*Bituminaria bituminosa* (L.) C.H. Stirt.) es una leguminosa forrajera nativa de las Canarias. De esta especie subarborescente y frecuente en bordes de caminos y terrenos abandonados se obtienen tintes amarillos y verdes (Otto, 2005).
- De la “acedera” o “vinagrera” (*Rumex lunaria* L.) se obtiene un tinte beige. Este arbusto endémico canario presente en todas las islas, de la familia *Polygonaceae*, habita en zonas degradadas de matorral costero y en terrenos agrícolas abandonados (Otto, 2005).
- También la “hierbamora” (*Bosea yervamora* L.) endemismo canario de la familia *Amaranthaceae* es considerada tintórea. De los frutos de este arbusto característico del bosque termófilo y que habitualmente crece en riscos se obtiene color carmín (Otto, 2005).
- Otra especie característica del bosque termófilo canario con propiedades tintóreas es el “granadillo” (*Hypericum canariense* L.). De las flores de este arbusto endémico de Canarias y Madeira, de la familia *Guttiferae*, se obtienen tonos amarillos y marrones (Bañares *et al.*, 2008).
- Junto a las anteriores se encuentra el “lentisco” (*Pistacia lentiscus* L.), arbusto de la familia *Anacardiaceae* de cuyas hojas, con alto contenido en taninos, se extrae colorante negro (López, 2002; Bañares *et al.*, 2008).
- Al saúco canario (*Sambucus nigra* ssp. *palmensis* (Link in Buch) Bolli), endémico de las islas, también se le atribuyen propiedades tintóreas. De esta especie amenazada y que habita en cauces y vaguadas del monte verde y fayal-

brezal se han obtenido colores rojizos (de su corteza), azulados (de su fruto) y verdosos (de sus hojas). Contiene taninos (Pérez de Paz *et al.*, 1999).

- Entre los endemismos canarios del género *Aeonium* (familia *Crassulaceae*), se encuentran al menos dos especies a las que se les atribuyen propiedades tintóreas y que se consideran ricas en flavonoides, *Aeonium arboreum* (L.) Webb & Berthel. (bejeque o alfarroba) y *Aeonium valverdense* Praeger, que únicamente se encuentra en El Hierro y se diferencia del anterior por sus flores blanquecinas. De las hojas de estas dos especies se obtiene color rojizo (Otto, 2005; Waizel-Bucay *et al.*, 2007; Bañares *et al.*, 2008).
- Así ocurre también con el “jazmín silvestre” (*Jasminum odoratissimum* L.), arbusto endémico presente en todas las islas salvo en Lanzarote, de la familia *Oleaceae*. Esta especie que habita en el bosque termófilo canario posee unos frutos cuya cubierta es usada en tintorería para teñir de color violeta (Azcanio, 2011).
- Además de las anteriores en el bosque termófilo se encuentra el “espinero” (*Rhamnus crenulata* Ait.), arbusto de la familia *Rhamnaceae*, endémica de las Canarias y presente en todas las islas. Es considerada tintórea, obteniéndose tonos negros de sus frutos (con alto contenido en taninos) y amarillos de su corteza (Pérez de Paz *et al.*, 1999; Bañares *et al.*, 2008).
- El “balo” (*Plocoma pendula* Ait.) endemismo canario presente en todas las islas salvo en Lanzarote, es un arbusto de la familia *Rubiaceae* que se caracteriza por sus hojas filiformes colgantes. Habita en zonas bajas xéricas de las islas. Es típico del cardonal-tabaibal, y abundante en conos volcánicos y fondos de barrancos. De sus frutos se obtiene tinte negro y amarillo de sus hojas (Otto, 2005; Bañares *et al.*, 2008).
- El “zumaque” (*Rhus coriaria* L.) es un arbusto de la familia de las Anacardáceas nativo de Canarias y presente en todas las islas salvo en Lanzarote y Fuerteventura. Generalmente crece en bordes de caminos y en zonas agrícolas marginales. Ha sido ampliamente usado como curtiente de cuero (por su alto contenido en taninos: 13-35%) y como mordiente para fijar el color al mismo. Así mismo, de las hojas y tallos jóvenes de esta planta se obtienen un tono amarillo-verdoso, de la corteza de su raíz rojo y de su fruto tonos marrones, negros y grises (Mongil *et al.*, 1998; Bañares *et al.*, 2008).

- Junto a la anterior habitualmente se encuentra otra especie nativa y presente en todas las islas salvo en La Gomera. Se trata de la herbácea *Reseda luteola* L. (gualda), perteneciente a la familia *Resedaceae* y que habitualmente crece en los bordes de caminos y escombreras. Esta planta fue usada y cultivada en las islas desde al menos el siglo XVIII para el teñido de lana y seda de color amarillo, adquiriendo gran importancia económica hasta que fue desplazada por otras especies tintóreas. De la misma también se pueden obtener tonos anaranjados y verdes (Trabut, 1935; Roquero, 2003; Cabot, 2008).
- Otra especie nativa con propiedades tintóreas es el “tarajal” (*Tamarix canariensis* Willd.). Este arbusto presente en todas las islas salvo en El Hierro pertenece a la familia *Tamaricaceae* y aparece en zonas arenosas en la costa y cauces de barrancos. Su corteza posee taninos y sustancias colorantes, obteniéndose de ella color negro (Otto, 2005).
- Entre la vegetación de saladares húmedos, la “sosa fina” (*Suaeda vermiculata* Forsk.), planta halófila suculenta de la familia *Chenopodiaceae* que crece en forma de matorral, tiene uso tintóreo. Existen referencias que explican que en el Sáhara el jugo obtenido tras machacar la planta fresca era usado como tinta para escribir (Barrera et al., 2007).
- Entre los líquenes destaca el uso tintóreo del escán (*Ramalina crispatula* Despr. ex Nyl.). Dejando esta especie en remojo junto a un textil durante uno o dos días se obtiene un teñido de color pardo anaranjado. Esta especie que crece en acantilados y está presente en todas las islas salvo en La Palma, supuso a principios del siglo XIX un importante motor económico en las islas de Lanzarote y Fuerteventura (Bañares et al., 2008; Reguera, 2008). Las mismas propiedades se le atribuyen a la especie *Ramalina bourgeana* Mont. Ex Nyl.
- Además de plantas y líquenes también se usaron hongos, como la “seta tintórea” o “guagarso” (*Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker et. Couch), hongo silvestre presente en todas las islas salvo en Lanzarote y que habita bajo pinares y eucaliptares en zonas no calcáreas. Fue ampliamente usado en Tenerife para teñir de amarillo la lana y seda, llegando incluso a comienzos del siglo XX a bautizarse esta isla como *guagarso*. También fue utilizado para la obtención de tonos marrones y negros (Lincoff, 1984; Becerra, 2006; Bañares et al., 2008).

### 3.8. Especies introducidas con propiedades tintóreas

- Otras especies que, aunque no son nativas de las Canarias, están presentes en las islas y se utilizan como tintóreas son:
- *Spartium junceum* L. (retama de olor), leguminosa presente en las islas de cuyas flores se obtiene el color amarillo (Cabot, 2008).
- *Oxalis corniculata* L. (trebolina) es una especie naturalizada y presente en todas las islas canarias. De sus flores se obtienen tonos amarillos y naranjas (Bañares *et al.*, 2008).
- *Rhamnus alaternus* L. (aladierno), especie introducida en el archipiélago canario, proporciona varios colores dependiendo de la parte y el método usado. De su raíz se extraen tonos rojizos y anaranjados (Cabot, 2008), de su corteza tonalidades marrones y amarillas (Guarrera, 2008) e incluso se le atribuyen tonos azules y verdes (Pardo, 2002).
- *Eucalyptus globulus* Labill. (eucalipto blanco), especie de origen australiano con presencia en las islas también posee propiedades tintóreas. De su corteza se obtiene color verde y de sus hojas color amarillo (Cano, 2007).
- Castaño (*Castanea sativa* Mill.), árbol de la familia *Fagaceae* presente en las islas posee alto contenido en taninos. Estos componentes de la madera se emplearon en la industria tintorera (especialmente en el teñido de negro de la seda) y en el curtido de pieles (Álvarez, 2000; López, 2002).
- *Ricinus communis* L. (ricino) es un arbusto de la familia *Euphorbiaceae* introducido y presente en todas las islas. Los frutos de esta planta nitrófila de origen africano son usados para obtener un color marrón-caoba (Cano, 2007).
- *Coccoloba uvifera* L. (uva de mar) es un arbusto originario de Las Antillas, Bahamas y Sudamérica tropical y frecuentemente cultivado en las islas Canarias. Su madera es astringente por su contenido de taninos y colorantes. Las raíces contienen un 25% de taninos. Los frutos son usados como colorantes de vino y su madera para teñir (color rojizo) (Torres, 1983).

- *Carthamus tinctorius* L. (cártamo), herbácea de origen africano de cuya flor se extrae tinte rojo que es ampliamente usado en cosmética y amarillo anaranjado usado en alimentación (como falso azafrán) (Cabot, 2008).
- *Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb (almendro) es árbol de la familia de las Rosáceas, muy frecuente en las islas (excepto en El Hierro y Lanzarote). Posee propiedades tintóreas. Su fruto contiene ácido prúsico, a partir del cual se obtienen colores azulados (Azcanio, 2011).

### Bibliografía consultada y referencias

- ABREU GALINDO, J. (1940). Historia de la conquista de las siete islas de Gran Canaria. Biblioteca Canaria, Santa Cruz de Tenerife, 1940.
- ÁLVAREZ ÁLVAREZ, P. (2000). Manual de selvicultura del castaño en Galicia. Escuela Politécnica Superior de Lugo. Disponible en [www.agrobyte.com](http://www.agrobyte.com) (Consultado el 6 de Mayo de 2012).
- ÁLVAREZ DELGADO, J. (1946). "Púrpura Gaetúlica". Emérita, T. XIV. Madrid. 1946, pp. 100-127.
- ÁLVAREZ DELGADO, J. (1994). Las "Islas Afortunadas" en Plinio. Revista de Historia Canaria, 11 (69): pp. 26-61
- ÁLVAREZ RIXO, J.A. (1842). Disertación sobre el árbol Drago. Manuscrito inédito conservado en la Biblioteca de la Real Sociedad Económica de Amigos del País. 10 p. La Laguna.
- AY M., BAHADORI F., ÖZTÜRK M., KOLAK U., TOPÇU G. (2007). Antioxidant activity of *Erica arborea*. Fitoterapia, Volume 78, Issues 7–8, December, Pages 571-573.
- AZCANIO TRUJILLO, B. (2011). Guía sobre técnicas de producción de especies de interés forestal. Dirección general de Protección de la Naturaleza. Gobierno de Canarias.
- BAÑARES BAUDET, N. & BECERRA ROMERO, D. (2008). "Entre los textos de Heródoto y los últimos artesanos. Recursos tintóreos en la prehistoria de canarias". Actas del XVIII Coloquio de Historia Canario-Americana. 2008. Las Palmas de Gran Canaria. pp 85-104.
- BAÑARES BAUDET, N. (1993). Tintes naturales. Experiencias con plantas canarias. Fedac, Cabildo de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canarias.
- BARRERA MARTÍNEZ, I.; RON ÁLVAREZ, M.E.; PAJARÓN SOTOMAYOR, S. & SIDI MUSTAPHA, R. (2007). Sáhara Occidental. Plantas y Usos. Monografías Botánica Ibérica, nº4, 124 pp.
- BECERRA ROMERO, D. (2006). La problemática histórica de la relación del mundo bereber con la micología. Desde África a Canarias" XVI Coloquio de la historia Canario-Americana, 2004. Las Palmas de Gran Canaria.
- BELTRÁN TEJERA, E. et al. (1999). Libro Rojo de la Flora Canaria. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, La Laguna, Tenerife.
- BONET SUÁREZ, S.F. (2006). "La hierba pastel. Notas sobre el cultivo y comercio de la hierba pastel en Canarias durante los siglos XVI y XVII". Actas de los cursos de la Asociación Canaria para la enseñanza de las Ciencias "Viera y Clavijo", diciembre 2006. El Hierro.
- BRAMWELL, D. (2004). Medicinal Plants of the Canary Islands. 155 pp. Editorial Rueda, Madrid.
- CABOT, P. (2008). Colorantes naturales de origen vegetal. <http://www.itagra.com/documentos/COLORANTES%20NATURALES%20DE%20ORIGEN%20VEGETAL.pdf>.
- CANO MORALES, T.M. (2007). Estudio tecnológico sobre los tintes naturales extraídos de la corteza de tres especies forestales cultivadas en Guatemala, para teñir fibras naturales que cumplan con especificaciones de calidad exigidas por el mercado. Universidad de San Carlos de Guatemala. Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales.
- CRUZ, J. (2007). Más de 100 plantas medicinales. Medicina popular canaria. Las Palmas de Gran Canaria: Obra Social de la Caja de Canarias. ISBN: 9788-4878-3265-9



- DAMTOFT S., FRANZYK H., ROSENDAL JENSEN S. (1997). Iridoid glucosides from *Picconia excelsa*, *Phytochemistry*, Volume 45, Issue 4, June 1997, Pages 743-750
- DARIAS V., D. MARTÍN-HERRERA, S. ABDALA (2001) Plants Used in Urinary Pathologies in the Canary Islands. *Pharmaceutical Biology*. Jan 1, 2001
- DARIAS V., L. BRAVO, E. BARQUÍN, D. MARTÍN HERRERA, C. FRAILE (1986). Contribution to the ethnopharmacological study of the Canary Islands. *Journal of Ethnopharmacology*, 15, pp. 169-193.
- DERWICH, E., Z. BENZIANE AND A. BOUKIR, 2010. Chemical composition of leaf essential oil of *Juniperus phoenicea* and evaluation of its antibacterial activity. *Int. J. Agric. Biol.*, 12: 199-204.
- GÓMEZ CAMPO, C., et alii, (1996): Libro rojo de especies vegetales amenazadas de las Islas Canarias. Viceconsejería de Medio Ambiente, Consejería de Política Territorial, Gobierno de Canarias, Tenerife.
- GONZÁLEZ-COLOMA A., M. REINA, C. GUTIÉRREZ, B.M. FRAGA (2002). Natural insecticides: Structure diversity, effects and structure-activity relationships. A case study. *Studies in Natural Products Chemistry* Volume 26, Part G.
- GUARRERA, P.M. (2008). Handicrafts, handlooms and dye plants in the Italian folk traditions. *Indian Journal of Traditional Knowledge* Vol. 7 (1), January 2008, pp. 67-69.
- GUIL - GUERRERO, J.L., F. GÓMEZ - MERCADO, F. GARCÍA - MAROTO, P. CAMPRA - MADRID (2000). Occurrence and characterization of oils rich in  $\epsilon$ -linolenic acid: Part I: Echia seeds from Macaronesia. *Phytochemistry*, Volume 53, Issue 4, 9 February, Pages 451s 46
- HERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, A.S. (2007). Biografías de científicos canarios. José de Viera y Clavijo. Oficina de Ciencia, Tecnología e Innovación. Gobierno de Canarias.
- HERNÁNDEZ PÉREZ, M. (1993). Visnea mocanera l. fil. aportaciones a su estudio químico y farmacológico. Tesis Doctoral. Universidad de la Laguna, Tenerife.
- HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, N. (1997). El color de las manifestaciones de los antiguos habitantes de las Islas Canarias: las cuevas pintadas de la Isla de Gran Canaria. Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna.
- HIDALGO SANTANA, F. & GONZÁLEZ PÉREZ, M.A. (1992). Los tintes naturales en Canarias. *Agricultura: Revista agropecuaria*, N° 714. p. 70-73.
- HOUGHTON, H. (1877). La cochinilla Memoria demostrativa de las causas que han producido la decadencia de este renglón del comercio en los últimos años. Real Sociedad Económica de Amigos del País de Las Palmas de Gran Canaria. 1877. p. 94.
- JAÉN OTERO, J. (1984): Nuestras Hierbas Medicinales. Caja Insular de Ahorros. Santa Cruz de Tenerife.
- JIMÉNEZ, L. (2006). New raw materials and pulping processes for production of pulp and paper. *AFINIDAD* 63 (525): 362-369.
- LEAL CRUZ, P.N. (2009). La importancia de la yerba pastel en Canarias: su importación a Inglaterra. *Revista El Baleo* N° 51. Marzo/Abril 2009. pp. 21-23.
- LINCOFF, G.H. (1984). The Audubon Society Field Guide to North American Mushrooms. Visual key by Caron Nehring. Alfred A. Knopf, New York. 926 p.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, G.A. (2002). Guía de los árboles y arbustos de la Península Ibérica y Baleares. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- MARQUES G., GUTIÉRREZ A., RÍO J.C. (2008). Chemical composition of lignin and lipids from tagasaste (*Chamaecytisus proliferus* spp. *palmensis*), *Industrial Crops and Products*, Volume 28, Issue 1, July, Pages 29-36
- MARRERO DOMÍNGUEZ, J.A. (2009). Use of extracts of *Dracaena draco* in the preparation of pharmaceutical, cosmetic, dietetic and nutritional products. WO/2009/063105
- MILLARES CANTERO, A. (1995). El comercio de la barrilla canaria con Inglaterra entre 1810-1816, a la luz de dos repertorios de correspondencia mercantil. *El museo canario* N° 50, 1995, pp. 177-202.
- MONGIL MANSO, J. Y GONZÁLEZ COBO, F.J. (1998). "Aprovechamiento tradicional del Zumaque (*Rhus coriaria* L.). El caso de dos municipios de Valladolid". *Revista de Folklore*, Fundación Díaz-Caja España. N° 209.

- MORÉ, E. (2003). Producción de PAM en España. Área de Productos Secundarios del Bosque. CTFC. 25280 Solsona (Lleida)
- NAVARRO, E.; CRAFFIGNA, A.; TRUJILLO, J.; BOADA, J. (1989). Glucósidos cardioactivos del *Cheiranthus scoparius* Brous. (XIV REUN. NAC.SOC.ESP.FAR.). Revista de Farmacología Clínica y Experimental.
- ORY AJAMIL, F. (2004). Canarias-América: algunas reflexiones sobre una identidad natural. Tebeo: Anuario del archivo histórico insular de Fuerteventura N°17. p. 243-267.
- OTTO, R. (2005). Flora vascular silvestre del municipio de Arona. Disponible en [http://www.arona.org/portal/RecursosWeb/DOCUMENTOS/1/0\\_8502\\_1.pdf](http://www.arona.org/portal/RecursosWeb/DOCUMENTOS/1/0_8502_1.pdf) (Consultado el 5 de Mayo de 2012)
- PALLARÉS PADILLA, A. (2004). "Tres productos históricos en la economía de Lanzarote: la Orchilla, la Barrilla y la Cochinilla". 20 de Mayo de 2004. Academia de las Ciencias e Ingenierías de Lanzarote.
- PARDO MATA, P. (2002). Mediterráneo. Fenicia, Grecia y Roma. Silex Ediciones. Madrid. 259p.
- PÉREZ DE PAZ, P. L., MEDINA MEDINA, I. (1988). Catálogo de las plantas medicinales de la Flora Canaria: Aplicaciones populares. Ed. Viceconsejería de Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias. Instituto de Estudios Canarios. pp. 132. ISBN 84-404-1458-7.
- PÉREZ DE PAZ, P.L. y HERNÁNDEZ PADRÓN C.E. (1999). Plantas medicinales o útiles en la Flora Canaria. Francisco Lamus Editor, La Laguna, Tenerife. 386 pp. ISBN: 84-87973-12-4.
- PÉREZ MARTÍN A. Flora de las Islas Canarias. <http://www.micolapalma.com>
- REGUERA RAMÍREZ, R. (2008). Historia del escán en Lanzarote: un importante liquen poco conocido. Revista Bienmesabe, N° 203. 31 de Marzo de 2008.
- RODRÍGUEZ, B.C.; NAVARRO A, E.; JIMÉNEZ, J.F.; NAVARRO R. (2007). Efectos farmacológicos y cicatrizantes de extracto de *Rumex lunaria* L. Canarias médica y quirúrgica.
- ROQUERO, A. (2003). Aproximación a los tintes históricos: documentación sobre el color en los tejidos antiguos. (El Grupo Español del IIC, International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, eds.), p.29-43 (Madrid, 2003).
- SÁNCHEZ-PINTO, L. & ZÁRATE, R. (2009). La sangre de drago. Revista Rincones del Atlántico N° 6/7. Año 2009-2010.
- SUÁREZ MORENO, F. (2006). La recolección de la orchilla en Gran Canaria. Accidentes mortales en La Aldea de San Nicolás (1834-1876). Edita Infonortedigital.com. Gáldar, Gran Canaria.
- TEJERA GASPAS, A. (2000). Los dragos de Cádiz y la falsa púrpura de los fenicios. El mundo púnico: religión, antropología y cultura material en Actas del II Congreso Internacional del mundo púnico. Cartagena, 2000. p. 369-378.
- TORRES ROMERO, J.H. (1983). Contribución al conocimiento de las plantas tintóreas registradas en Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Bogotá.
- TORRIANI, L. (1940). Die Kanarischen Inseln und ihre Urbewohner. Edición de Dominik J. Wölfel, Leipzig.
- TOVAR PUENTE, A. (2010). El cultivo de la grana cochinilla del nopal (*Dactylopius coccus* Costa) (Homoptera: Dactylopiidae) y factores que inciden en su producción. IX Simposium-Taller Nacional y II Internacional "Producción y Aprovechamiento del Nopal y Maguey", Nuevo León, México. Noviembre 12-13.
- UICN. Database for North African Medicinal and Aromatic Plants [http://www.uicnmed.org/nabp/database/NA\\_Plants.htm](http://www.uicnmed.org/nabp/database/NA_Plants.htm).
- VALIDO A., DUPONT Y.L., DENNIS M. (2002). Native birds and insects, and introduced honey bees visiting *Echium wildpretii* (Boraginaceae) in the Canary Islands. Hansenb. Acta Oecologica Volume 23, Issue 6, December 2002, Pages 413-419.
- VIERA Y CLAVIJO, J. (1982). Diccionario de la Historia Natural de las Islas Canarias. Edición dirigida y prologada por Manuel Alvar. Excelentísima Mancomunidad de Cabildos de Las Palmas.
- WAZEL-BUCAY, J. & MARTÍNEZ RICO, I.M. (2007). Plantas empleadas en odontalgias I. Revista ADM. Vol. LXIV, n° 5. Septiembre-Octubre. Pp. 173-186.



# Planificación forestal

Jorge Naranjo Borges

## 1. Introducción

La planificación consiste en un proceso metódico diseñado para obtener un objetivo determinado. Trata pues de realizar una programación de acciones en el tiempo y en el espacio, con el fin de conseguir la regulación de los recursos naturales, la ordenación del territorio y una gestión eficiente. La planificación forestal estará por tanto estrechamente ligada a la regulación de los aprovechamientos forestales, a la ordenación territorial y a la gestión forestal. Para ello, la planificación debe basarse primeramente en el conocimiento del espacio a través de un análisis y diagnóstico territorial, con el fin de poder establecer posteriormente los objetivos, normas, directrices y actuaciones.

El alcance de la planificación puede variar según los territorios. ¿Es necesario el mismo grado de planificación en todos los territorios del mundo? La respuesta es no. Existen países con vastas extensiones y pocos intereses humanos donde no se precisa de una planificación y ordenación del territorio exhaustiva. Sin embargo, en Canarias, donde el espacio es muy reducido y los muchos intereses humanos son variados y contrapuestos se hace imprescindible una planificación territorial y una regulación de usos. Aquí, la planificación debe ser tratada dentro de un contexto amplio y consensuado, puesto que ésta incluye la problemática de numerosos sectores que deben ser reconocidos.

En los objetivos se habrá de buscar la compatibilidad del aprovechamiento forestal con la conservación de la naturaleza, el uso recreativo y turístico o la instalación de infraestructuras. Los montes han de ser planificados como parte de los sistemas insulares, es decir en red, ya que se debe incorporar el concepto de conectividad ecológica para entender que los sistemas actúan en red y no aislados. La toma de decisiones deberá ser tomada por personas con capacidades múltiples, especialmente con sensibilidad social y tomando en consideración los conocimientos locales. Aún tratándose de una planificación sectorial los equipos de trabajo deben ser multidisciplinares.

La buena planificación debe contener una mezcla de realismo y ambición. Esta idea sostiene que, por una parte, los objetivos deben ser realistas, pero que también, por otra parte, deben ser algo ambiciosos, con el fin de mejorar el estado actual de la situación. Carece de sentido planificar grandes actuaciones y plasmarlas con presupuestos desorbitados en un documento económico, si suponemos de antemano que por parte de la gestión no van a ser asumidas o que nunca se podrán llevar a cabo por su enorme cuantía. Más de un plan puede permanecer en el olvido si proyecta la realización de actuaciones muy costosas e irrealistas.

Con el tiempo la planificación debe llegar a todos los sectores de la sociedad. Pero además de posibles campañas de concienciación, es necesario crear medidas destinadas hacia la revalorización del sector, es decir, que el suelo rústico forestal deje de ser una carga para su propietario y pase a ser una opción real de diversificación económica.

## **2. Planificación adaptativa, dinámica y participativa**

La planificación adaptativa y dinámica sería aquella donde la elección de las actuaciones concretas a ejecutar se realiza a partir de los resultados de actuaciones anteriores, de tal manera que, en su caso, puedan replantearse las intervenciones para asegurar la consecución de los objetivos planteados (EUROPARC-España, 2008). La planificación se adapta y evoluciona por tanto a partir de sus propios resultados, de manera dinámica.

La planificación adaptativa y dinámica requiere que la planificación supere la concepción de los montes como fotos fijas en el tiempo, que no cambian. Tanto los problemas como los objetivos pueden cambiar en un lapso de tiempo que puede ser, en algunos casos, relativamente corto. A raíz del abandono del campo la regeneración

ración natural aumenta y con ello el bosque, por lo que los límites forestales varían. O la amenaza sobre una especie forestal puede desaparecer en un momento dado, lo que exigiría, consecuentemente, replantear al programación de actuaciones. Una adecuada planificación desde una perspectiva adaptativa y dinámica debería ofrecer margen suficiente para reorientar el desarrollo de las actuaciones a una realidad cambiante (EUROPARC-España, 2008). En cualquier caso el planificador debe de ser capaz de reconocer en el territorio la potencialidad forestal dentro de un contexto cambiante.

Por participación ambiental entiende De Castro (1999) el “proceso de implicación directa de las personas en el conocimiento, la valoración, prevención y la corrección de problemas ambientales”. Si se acota la definición al ámbito de los espacios protegidos que es donde se encuentran casi todas nuestras masas forestales, la participación es el “proceso de intervención directa de las personas –individualmente o a través de organizaciones que las representen- en la resolución de los problemas de un espacio protegido, aportando su propia creatividad, puntos de vista, conocimientos y recursos, y compartiendo la responsabilidad en la toma de decisiones para su planificación y gestión” (EUROPARC-España, 2007).

No es posible un proceso de participación ciudadana sin acciones de comunicación, antes, durante y después del mismo. No se pueden tomar decisiones sin contar con toda la información relevante, para lo cual es necesario poner en marcha procesos de comunicación eficientes. También la participación es, ante todo, deliberación, intercambio y debate entre personas e instituciones (EUROPARC-España, 2007). No se podría entender una acción de comunicación de calidad sin tener en cuenta la opinión de la gente, sin abrir espacios para el debate, sin investigar las concepciones previas de los sectores a los que se dirige la acción o sin contar con la población local. Esa comunicación de calidad, que no podría ser unidireccional, permitiría crear vínculos cada vez más sólidos con la gente, que pasaría de ser considerada destinataria a colaboradora.

Así cuando reconocemos que la conservación de nuestros montes debe ser compatible con la mejora de la calidad de vida de las personas que viven en ese entorno, debemos asumir acuerdos consensuados y regulaciones de usos por ambas partes.

Para encauzar de forma organizada la participación se cuenta con un variado abanico de instrumentos que ya han demostrado su utilidad para facilitar las aportaciones de personas y organizaciones en procesos participativos. El instrumento o la técnica no significan participación en sí mismo, sino la fórmula para fomentarla en momentos concretos. El nivel de complejidad de los instrumentos de participación

puede ser muy diverso (EUROPARC-España, 2007), abarcando desde dinámicas básicas, pensadas para facilitar el trabajo en grupo (lluvia de ideas), técnicas que combinan dinámicas básicas (las consultas a sectores interesados) y talleres cuya metodología combinan varias técnicas (diagnósticos participativos a través de la técnica DAFO).

### **3. Perfil profesional**

El planificador debe tener presente la necesidad de planificar los montes con o para la población local. Contactar con los agentes implicados en el lugar (agricultores, ganaderos, propietarios particulares, agentes de medio ambiente, visitantes, instituciones u organismos, etc.) resulta imprescindible para conocer la situación actual del espacio y las necesidades. Las vivencias en el espacio generan cierta sensibilidad en el planificador que desde el gabinete no se puede lograr. Hay además que tener en cuenta que existen ciertas vivencias que sólo se pueden obtener visitando el espacio los fines de semana (demanda de acampada o de senderistas) o durante la noche (inventario de fauna nocturna), es decir, fuera del horario convencional de una jornada laboral.

El planificador debe asumir sus limitaciones profesionales. Cada planificador es especialista en un campo, con lo cual cuando nos encontremos en un gran espacio muy heterogéneo acudiremos a varios planificadores, a un equipo multidisciplinar capaz de abordar toda la problemática existente. En este contexto se requiere pues la capacidad para trabajar en equipo, el cual debe estar coordinado por un director del plan. A menudo se ha echado de menos planes multidisciplinarios. A falta de personal por parte de las instituciones públicas, se encarga a empresas externas la elaboración de distintos planes. Estas consultoras, sin embargo, por falta de recursos económicos o humanos no son capaces siempre de abordar toda la problemática de un espacio. Este defecto se trata de paliar con la supervisión del trabajo por parte de técnicos de la Administración. Sin embargo, cuando no se asume una buena coordinación interna en un equipo multidisciplinar el resultado puede ser un “plan-parche”, es decir un plan carente de secuencia lógica.

En la introducción ya se mencionó la necesidad de contar con personas con capacidades múltiples para la planificación. Se necesitan equipos humanos con formación adecuada para abordar procesos de participación e intervención social. Con el fin de mejorar las aptitudes personales y sacar lo mejor de uno mismo, es recomendable acudir a las técnicas de entrenamiento personal o “coaching”, entendido como

aquel proceso interactivo y transparente mediante el cual el entrenador y la persona o grupo implicados en dicho proceso buscan el camino más eficaz para alcanzar los objetivos fijados usando sus propios recursos o habilidades (Carvajal, 2007). A través pues de dinámicas de grupo se consigue mejorar la comunicación, la coordinación o el trabajo en equipo.

Las herramientas usadas normalmente en planificación son pocas y sencillas. Para el trabajo de campo basta con una buena localización a través de planos y receptor GPS, así como una cámara fotográfica que actúe a modo de base de datos. El trabajo de gabinete consistirá en volcar los conocimientos y datos con la ayuda de un ordenador y los programas adecuados. Especialmente recomendable en la planificación territorial es el uso de un sistema de información geográfica (el primer SIG fue creado en Canadá en 1962 para inventarios forestales) capaz de almacenar, analizar, manipular y compartir información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión. El resultado final se plasma en un documento cuyo texto debe estar redactado de manera clara y concisa, para una comprensión inequívoca del lector. Junto al texto se presenta la cartografía, que reviste enorme importancia al tratarse de la representación gráfica del plan.

#### **4. Técnicas de planificación**

Los primeros encuentros entre los planificadores y la población local deben ser presenciales con el fin de eliminar desconfianza. Los encuentros, dependiendo de la temática, pueden ser en recintos cerrados o en el propio monte. El contacto telemático a través de correos electrónicos o videoconferencias deben tener lugar con posterioridad, una vez haya existido algún acercamiento entre ambas partes. Al planificador se le exige escuchar, y en el momento de exponer, ha de ser claro explicando el marco legal sin asumir el papel de protagonista. En los encuentros los protagonistas son los ciudadanos, a los que se debe escuchar para absorber sus conocimientos y necesidades. Durante el proceso de planificación participativa los ciudadanos tienen la posibilidad de participar exponiendo sus conocimientos, dudas o propuestas en estas reuniones o encuentros previos.

Probablemente carecemos de cultura participativa, de tradición en la búsqueda de consensos. Vivimos cada concesión como una derrota (García *et al.*, 2011). Es por eso que algunos colectivos y personas no entienden la participación como un proceso para la construcción de un proyecto colectivo, sino como una negociación en la que defienden a ultranza sus propios intereses, manteniendo posturas ina-

movibles y actitudes excesivamente rígidas que les dificultan la escucha activa de otras opiniones distintas o contrarias. En este sentido, resulta de interés programar dinámicas o sesiones que permitan identificar las expectativas de todos los grupos sociales sobre una idea de territorio a largo plazo (García *et al.*, 2011).

La experiencia recomienda la necesidad de establecer unas reglas consensuadas y escritas, que las partes se comprometan previamente a seguir, donde se definan con claridad los límites de la participación, las fases del proceso y sobre todo el procedimiento de toma de decisiones (García *et al.*, 2011). Se puede hablar de las “reglas del juego” que hay que dejarlas claras desde el principio, y escribirlas en un momento dado para poder tenerlas a la vista de todos pues, en ocasiones, se dan circunstancias que aconsejan remitirnos a dichas reglas.

En una sola reunión a veces solo se consigue acercar posturas. En todo caso, no es recomendable apurar o presionar para hallar una solución inmediata, por lo que varios encuentros sucesivos pueden ser necesarios hasta llegar a un acuerdo. A través de acercamientos se va conociendo a las personas y surge la búsqueda del “interlocutor válido”. Este interlocutor debe de poseer el perfil de una persona que haga de nexo de unión entre el planificador y el sector, asociación o grupo hacia el que va dirigida la planificación. A menudo es inviable organizar reuniones con grandes grupos, por lo que la figura del interlocutor como representante del sector se hace necesaria para llevar a cabo encuentros periódicos.

Por ambas partes se deberán colocar “las cartas sobre la mesa”, si bien la técnica de “tener un as en la manga” es válida, sabiendo hasta donde se puede llegar dentro de los márgenes legales, aunque eso sí añadiendo nuevas condiciones. ¿Cuál será la situación óptima y cuáles serán las condiciones? Por ejemplo: Se ha de ejecutar una repoblación forestal en un área pastoreada; si el ganado no encuentra una salida en otro lugar y se queda, pues la alternativa puede ser la de un vallado cinegético temporal por parcelas, acompañado de refuerzo de pastizales con plantación de especies forrajeras o con aprovechamiento de pastos segados en el interior de las parcelas valladas.

Antes de aplicar cualquiera de las herramientas de participación conviene no precipitarse y tomarse un tiempo para caracterizar el escenario social sobre el que vamos a trabajar. Herramientas para el análisis previo del escenario social pueden consistir en análisis de los interesados, análisis de conflictos o entrevistas.

Dentro de las herramientas para el fomento de la participación destacan, entre otros, estudios de opinión a través de encuestas, consultas a sectores interesados,



técnica DAFO identificando puntos débiles (Debilidades y Amenazas) y puntos fuertes (Fortalezas y Oportunidades), debates públicos o mesas redondas, foros en Internet, Diagnóstico Rural Participativo (DRP), periodo de información pública, órganos colegiados de participación tales como patronatos, consultas populares, iniciativas ciudadanas y custodia del territorio o apadrinamiento.

Si bien existen ejemplos en Canarias de aplicación de metodologías participativas de DRP (González y Hernández, 2003), los periodos de información pública constituyen una de las vías de participación formal más ampliamente extendidas en la planificación en Canarias. Para la institución que tramita el proceso, los periodos de información pública tiene una importante ventaja, ya que los interesados presentan sus sugerencias o alegaciones por escrito. Dependiendo del interés del ciudadano, la alegación tendrá un matiz colectivo o público, o un matiz particular. El escrito que debe contener propuestas claras, en el mejor de los casos vendrá apoyado con plano de situación.

Sin embargo, buena parte de las limitaciones de la información pública provienen de su escasa transparencia, ya que los ciudadanos suelen desconocer las propuestas de los demás. Este instrumento no favorece el debate social o la búsqueda consensuada de soluciones. Se trata de una vía de comunicación muy poco interactiva. Los interesados envían sus escritos y la administración decide qué propuestas serán incorporadas y cuáles no. Otros problemas que aparecen en procesos con información pública son cuando se desconocen el periodo en que la información está disponible y durante el cual se pueden presentar las alegaciones o cuando los documentos son de difícil interpretación, debido a su complejidad y extensión.

Con el fin de paliar estas deficiencias, se recomienda informar por diversos medios las fechas y plazos previstos, evitando que el periodo coincida con las vacaciones estivales, procurando que el documento sea fácilmente comprensible, facilitando el acceso a la documentación con la ayuda de una página web, realizando un esfuerzo divulgador a través de folletos o exposiciones, e incluso apoyando la organización de mesas redondas.

## **5. Planificación versus gestión**

Planificación y gestión están estrechamente relacionadas de tal forma que ambas llega un momento en que se solapan. Por ello a menudo nos preguntamos: ¿Dónde acaba una y empieza la otra? ¿Dónde se encuentra el límite entre ambas? Y es que

un planificador sólo puede ser eficaz si conoce de cerca la gestión (¿cómo va a planificar la creación de 10 campings si no sabe si hay presupuesto suficiente?), pero es que también un buen gestor ha de planificar correctamente (si no planifica el gasto, agota todo el presupuesto en poco tiempo). El planificador y el gestor pueden coincidir en la misma persona, pero también puede tratarse de distintos técnicos. En cualquier caso, se debe tener presente que las obras que llegan a mejor fin son las que debidamente planificadas han sido ejecutadas (gestionadas) correctamente. Sin embargo, y con el fin de poder diferenciar ambos conceptos entre sí se ha mencionar que la planificación programa una serie de actuaciones que la gestión luego las lleva a cabo.

Se puede optar por que las figuras del gestor y del planificador residan en el mismo técnico; pero también se puede considerar que el trabajo deba estar dividido en dos personas. Argumentos que hablan a favor de la primera postura son tales como que una misma persona va a gestionar lo que anteriormente ha planificado, de lo contrario se corre el riesgo de desconocer la planificación, se obvia o simplemente no interesa a un gestor. Argumentos que hablan a favor de la segunda postura son tales como que se dispone de tiempo y conocimientos suficientes para gestionar y planificar de manera eficiente. También se ha de reconocer que la planificación es una labor que necesita de una formación previa que a menudo el gestor desconoce.

En la práctica puede ocurrir que la planificación que procede de una instancia superior sea vista con recelo. Ante esta postura, la instancia inferior puede pretender realizar su propia planificación. Sin embargo, la profesionalización por parte de los especialistas y la diferenciación entre ambas materias pueden ayudar a aclarar los marcos legales establecidos y a asumir las directrices de rango superior.

La planificación es una parte esencial dentro del contexto de la gestión forestal. Si no existe planificación hay muchas probabilidades de que se dispersen las actuaciones y se desaprovechen las sinergias. El uso de los recursos en esta situación sería ineficiente. Para aumentar y optimizar la eficacia en la gestión es preciso disponer tanto de instrumentos de planificación donde se plasme la visión y las prioridades a largo plazo, como de planes operativos de corto plazo donde las metas a alcanzar dependen directamente de la financiación disponible (EUROPARC-España, 2008). Los primeros son planes que definen los principios rectores para la regulación de los recursos forestales. Pretenden implementar una visión de futuro aportando información, diagnóstico, objetivos, directrices, propuestas. Los planes operativos marcan la pauta para ejecutar las acciones propuestas conforme a los objetivos planteados y los medios disponibles. Este tipo de planes, si están desarrollados co-

rectamente, pueden ser determinantes para la lograr que la gestión de los montes sea eficiente.

## 6. Jerarquía de la planificación

La Ley 43/2003, de Montes, dedica en su Título III sobre la Gestión forestal sostenible un capítulo a la planificación forestal que incluye tres artículos. Dichos artículos versan sobre la Estrategia forestal española (art. 29), el Plan forestal español (art. 30) y los Planes de ordenación de los recursos forestales (art. 31). La ley define la *Estrategia forestal española* como documento de referencia para establecer la política forestal española y al *Plan forestal español*, como instrumento de planificación a largo plazo de la política forestal española, que desarrollará la Estrategia forestal española.

La ley además establece que las comunidades autónomas podrán elaborar los planes de ordenación de recursos forestales (PORF) como instrumentos de planificación forestal, constituyéndose en una herramienta en el marco de la ordenación del territorio. A su vez, con carácter previo a la elaboración de los PORF la ley establece que, las comunidades autónomas definirán los territorios que, de acuerdo con la legislación nacional y con su normativa autonómica, tengan la consideración de monte. La ley forestal canaria deberá pues establecer el contenido de un PORF y definir el concepto monte.

Con esta nueva normativa la legislación forestal, al igual que han hecho otras legislaciones sectoriales con anterioridad, se sube al carro de la ordenación del territorio. Por primera vez se sientan las bases para que la planificación forestal tenga el mismo valor que cualquier otra planificación territorial.

El Plan Forestal de Canarias, aprobado en 1999 y con 28 años de vigencia, según el Plan Forestal Español se trata de un documento técnico que marcará las directrices básicas de la política forestal canaria. Este plan forestal, que se encuentra dentro de la jerarquía estratégica, vinculará a todos los documentos forestales de rango inferior dentro del marco de la legislación forestal nacional y autonómica, tales como los planes de defensa de las zonas de alto riesgo de incendio. Sin embargo, al considerarse un plan de política forestal no vincula a los planes de ordenación territorial.

En la otra línea, marcada por la jerarquía del planeamiento territorial, se encuentran en la cúspide las Directrices de Ordenación de los Recursos Forestales de Canarias. Son las Directrices de Ordenación General las que prevén en su Directriz 33 la con-

versión de aquellas directrices del Plan Forestal de Canarias de ámbito territorial en Directrices de Ordenación sectorial. Así pues, serán las Directrices Generales de Ordenación de los Recursos Forestales las que dicten directrices forestales al planeamiento, empezando por los Planes de Ordenación de los Recursos Forestales y siguiendo por los Planes de Espacios Naturales Protegidos, Planes Territoriales Especiales y Planes Generales de Ordenación.

La ley nacional permite integrar un Plan de Ordenación de los Recursos Forestales en un Plan de Ordenación de los Recursos Naturales. Resulta lógica la integración de ambos en uno documento único y optar entonces por un planteamiento integrador. Los Planes de Ordenación de Recursos Naturales como instrumentos de planificación comarcal podrían ofrecer un marco de integración multisectorial y de ordenación del territorio apropiado (Benítez y Bengoa, 2008), siempre y cuando amplíen sus objetivos para recoger de forma apropiada los aspectos de planificación forestal insular.

Tras la exposición de este capítulo se puede concluir que la planificación forestal trata de diseñar el futuro de nuestros montes teniendo referencias del pasado y conociendo el presente.

### **Bibliografía consultada y referencias**

- BENEITEZ LÓPEZ, J. M. Y BENGUA MARTÍNEZ DE MANDOJAMA, J. (2008). *Los Planes de Ordenación de los Recursos Forestales desde un contexto territorial*. Revista Profor-ES 1: 67-71.
- CARVAJAL, M. (2007). Taller 4: Dinámicas de participación ciudadana para el apoyo a los espacios protegidos. En: Actas del XIII Congreso de EUROPARC-España. Ed. Fundación Fernando González Bernáldez. Madrid. 143 pp.
- DE CASTRO, R. (1999). Retos y oportunidades de la comunicación para el cambio ambiental. Revista Ciclos 5: 5-8.
- EUROPARC-España (2007). enREDando. Herramientas para la comunicación y la participación social en la gestión de la red Natura 2000. Ed. Fundación Fernando González Bernáldez. Madrid. 216 pp.
- EUROPARC-España (2008). *Planificar para gestionar los espacios naturales protegidos*. Ed. Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez para los espacios naturales. Madrid. 120 pp.
- GARCÍA FERNÁNDEZ-VELILLA, S.; JIMÉNEZ LUQUIN, A. y ALFONSO SEMINARIO, C. (2011). *Decidir juntos para gestionar mejor: Manual de planificación participativa en áreas protegidas*. Gobierno Vasco. Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca. 86 pp.
- GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, P. y HERNANDEZ SUÁREZ, M. (2003). *La memoria colectiva sobre el castaño de Acentejo: su importancia en la Comunidad*. Rincones del Atlántico 1: 64-68.
- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- Ley 19/2003, de 14 de abril, por la que se aprueban las Directrices de Ordenación General y las Directrices de Ordenación del Turismo de Canarias.
- VARIOS AUTORES (1999). *El Plan Forestal de Canarias*. Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias.

# Relación de autores



## Juan Carlos Santamarta Cereza

Doctor en Ingeniería Civil por la UPM (ETSICCP; Hidráulica y Energética), Ingeniero de Montes (UPM), Ingeniero Civil (ULPGC) e Ingeniero Técnico de Minas (UPM), Máster en Ingeniería del Agua por la Universidad de Sevilla.

Profesor de la Universidad de La Laguna en la ETSI Civil e Industrial.

Director de 40 cursos de postgrado en las áreas de ingeniería del terreno, hidráulica y energética. Participación en 9 Proyectos Europeos.

Director del grupo de investigación INGENIA. Responsable de 7 proyectos de innovación docente.

Decano del Colegio de Ingenieros de Montes en Canarias.

Asesor y consultor en materia de I+D+i en empresas de la Administración Pública y sector privado.

Participación en 34 congresos científicos y numerosas publicaciones en materia de recursos hídricos, forestales y energéticos. Profesor colaborador de las Universidades de Azores, UPM, Barcelona, Sevilla, A. Nebrija y U. Complutense en Madrid.

Fundador y responsable del Centro de Documentación e Investigación aplicada, Biblioteca del Agua de Canarias. Premio a la innovación docente en 2013.

*jcsanta@ull.es*



## Jorge Naranjo Borges

Ingeniero de Montes por la Universidad de Freiburg im Breisgau (Alemania).

Dr. Ingeniero de Montes por la Universidad de Göttingen (Alemania).

Coordinador y Redactor de Planes y Normas de Espacios Naturales Protegidos del Gobierno de Canarias.

Miembro del equipo organizador de las Jornadas Forestales de Gran Canaria.

*jnarbor@gobiernodecanarias.org*



### **Alfonso Alonso Benito**

Ingeniero de Montes por la Universidad de Valladolid

DEA por la Universidad de La Laguna

Investigador del Grupo de Observación de la Tierra y la Atmósfera (GOTA-ULL) en el Proyecto SATELMAC

Autor de varios artículos sobre teledetección forestal

Participante y conferenciante en congresos nacionales e internacionales sobre teledetección

*aaloben@ull.es*



### **José Javier Alayón González**

Arquitecto por la ULA (Venezuela).

Doctor en Proyectos Arquitectónicos y Máster Oficial Europeo en Paisajismo por la Universidad Politécnica de Cataluña.

Ha desarrollado su actividad docente y profesional en arquitectura, paisajismo y arte en espacios públicos, entre España, Francia y varios países latinoamericanos.

*jose\_alayon@yahoo.es*



### **Carmen Dolores Arbelo Rodríguez**

Doctora en Químicas por la Universidad de La Laguna (1988). Premio a la mejor Tesis Doctoral concedido por la Consejería de Agricultura y Pesca del Gobierno Autónomo de Canarias

Profesora Titular de Edafología y Química Agrícola de la Universidad de La Laguna.

Su labor investigadora se ha realizado en el campo de la Química de Suelos Volcánicos dado las particulares características que estos presentan.

Es autora de numerosas aportaciones científicas de ámbito nacional e internacional tanto en artículos específicos como aportaciones a congresos. Es coautora de varios capítulos de libro.

Pertenece al Grupo de Investigación Degradación y Conservación de suelos de la ULL

Vicepresidenta de la Sociedad Española de Ciencia del Suelo (SECS)

*carbelo@ull.es*



### **José Ramón Arévalo Sierra**

Doctor en Ciencias Biológicas (ULL)

Licenciado de Grado en Ciencias Biológicas (UMA)

Profesor Titular de Ecología de la Universidad de La Laguna

Autor y coautor de más de 70 publicaciones en revistas internacionales indexadas en JCI.

Coautor de dos libros y editor de dos libros

Miembro de la mesa editorial de Journal for Nature Conservation y Open Forest Science Journal

*jarevalo@ull.es*



### **M. Paz Arraiza Bermúdez-Cañete**

Docente ETSI Montes – UPM desde 1995. Licenciada en Ciencias Biológicas (Botánica) UCM 1993. Doctora en Ciencias por la UPM 1997. Máster en Gestión Ambiental en la Empresa UPM 1994.

Proyectos sobre plantas aromáticas y medicinales en España y Argentina, cursos en OCW UPM, artículos y ponencias en congresos relacionados con la materia.

Dirige el Grupo de Cooperación de la UPM HABITECO y el Grupo de Innovación Educativa GIA-UPM. Miembro del Grupo de Investigación UPM Defensa y Aprovechamiento del Medio Natural.

*paz.arraiza@upm.es*



### **Javier Blanco Fernández**

Ingeniero Técnico Forestal y Máster en Gestión de Fuegos Forestales por la UdL.

Director de Seguridad por la UAB.

Gestor Operativo y de Recursos de Emergencias por la ULPGC.

Docente/Ponente en más de 25 cursos/jornadas de Gestión de Emergencias y Prevención de Riesgos Laborales.

*analista.incendios@gmail.com*



### **Inés Calzada Álvarez**

Ingeniera de Montes por la Universidad Albert-Ludwig de Friburgo, Alemania

Consultora Forestal y Directora de Proyecto en el sector privado  
Especializada en proyectos de obra forestal, planes de gestión forestal, planes de ordenación territorial y de espacios naturales protegidos, así como en asesoría en certificación forestal FSC.

*ines.calzada@gmx.net*



### **Cristina Fernández Merino**

Ingeniera de Montes y Licenciada en Ciencias Ambientales por la Universidad Católica de Ávila.

Máster en Prevención de Riesgos Laborales, Calidad y Medio Ambiente por la Universidad de Barcelona.

Centra actualmente sus estudios en las técnicas de restauración forestal.

*cfernandezmerino@gmail.com*



### **José María Fernández-Palacios**

Catedrático de Ecología de la ULL desde diciembre de 2010. Además es el coordinador del Grupo de Investigación de Ecología y Biogeografía insular de dicha Universidad, que cuenta con una quincena de miembros. Es autor de unos 70 artículos científicos publicados en revistas internacionales de impacto, así como autor o editor de una decena de libros referidos a la Ecología y Medio Ambiente de Canarias en particular y de las islas en general, e investigador principal de diferentes proyectos de investigación competitivos. Es asimismo editor de la revista *Journal of Biogeography* y Director Académico del Máster Universitario en Biodiversidad Terrestre y Conservación en Islas.

*jmferpal@ull.es*





### **Daniel García Marco**

Ingeniero Técnico Forestal y Máster en Gestión de Fuegos Forestales por la UdL.

Director de Seguridad por la UAB.

Analista de Incendios Forestales; 2001 a 2008 en Gran Canaria, desde 2009 en la UNAP, Unidad de Análisis y Planificación del Servicio Operativo de extinción de Incendios Forestales de Castilla-La Mancha, actualmente Coordinador de la Unidad.

*dgarciamarco@yahoo.es*



### **Mª de las Mercedes García Rodríguez**

Ingeniero de Montes (especialidad silvopascicultura) por la UPM.

Máster en Medio Ambiente

Desde 2005 ha desarrollado su experiencia en el sector de la consultoría en el ámbito forestal y de los espacios naturales protegidos en las Islas Canarias, realizando la coordinación y/o desarrollo de más de 30 proyectos y planes, incluyendo direcciones de obra, en los campos de defensa del monte (deslindes y amojonamientos), uso público, infraestructuras forestales, selvicultura, repoblaciones y cartografía.

*mmertxe@yahoo.es*



### **José Asterio Guerra García**

Doctor en Biología por la Universidad de La Laguna (2009).

Máster en Sistemas de Información Geográfica por la Universidad de Girona (2007).

Posee varios artículos publicados en revistas de relevancia internacional, capítulos de libros y numerosas aportaciones a congresos, tanto de ámbito nacional como internacional relacionadas con la edafología y la degradación de suelos. Actualmente es el responsable del Área de Agricultura de la empresa Gestión del Medio Rural de Canarias, S.A.U.

*joseagg@gmrcanarias.com*



### **Natalia Guerrero Maldonado**

Ingeniera de Montes por la Universidad Politécnica de Madrid en 2008. Máster en Planificación de Proyectos de Desarrollo Rural y Gestión Sostenible UPM, 2011.

Ha desarrollado su proyecto de fin de carrera en el ámbito de las plantas medicinales y tintóreas de Santiago del Estero (Argentina), dentro del marco de Proyectos para la Cooperación al desarrollo de la UPM.

*natalaya83@hotmail.com*



### **Humberto Gutiérrez García**

Ingeniero de Montes por la ETSIMO de Madrid en 1995. Máster en Gestión y Control Ambiental de la Empresa por la UPM. Docente para trabajadores forestales y ambientales. Projectista y Jefe de obra civil y ambiental en empresa privada. Trabajó en el Cabildo de Tenerife durante 10 años llevando a cabo labores de Director de Extinción de Incendios Forestales así como la gestión de cuatro Espacios Naturales Protegidos pertenecientes a la Red Canaria. Actualmente es Jefe de Servicio de la Dirección General de Seguridad y Emergencias del Gobierno de Canarias con responsabilidad en la Planificación de Las Emergencias así como en la dirección técnica de respuesta a las mismas.

*humberto.gtrrz@gmail.com*



### **Bernabé A. Gutiérrez García**

Ingeniero de Montes por la UPM.

Máster en Prevención de Riesgos Laborales, Especialidad en Seguridad en el Trabajo.

Jefe de Obra y Redactor de Proyectos Forestales y Civiles en la empresa privada y pública.

Actualmente es Funcionario del Cabildo Insular de Tenerife, Unidad de Infraestructura e Hidrología del Área de Medio Ambiente y Técnico de Incendios Forestales, realizando direcciones de obras, redacción de proyectos, informes y estudios de infraestructuras e hidrología en el ámbito de los Espacios Naturales Protegidos de la isla de Tenerife.

Con varias publicaciones en materia de Hidrología y Pistas Forestales.

*bernabeg@tenerife.es*



### **Juan Guzmán Ojeda**

Ingeniero Técnico Forestal

Ha desarrollado su tarea como profesional en la Administración Pública (Empresa Pública Gesplan y Cabildo de Gran Canaria ), concentrando su labor en obras de repoblación y extensión forestal , y a nivel regional participando en la redacción y posterior revisión y seguimiento del Plan Forestal de Canarias. Director técnico en los inicios de la Fundación Foresta.

Miembro del equipo organizador de las Jornadas Forestales de Gran Canaria y coeditor del libro divulgativo “Arboles de Canarias; Guía de Campo”.

*jguzmano@hotmail.es*



### **Francisco Jarabo Friedrich**

Doctor en Ciencias Químicas con Premio Extraordinario

Profesor Titular de Universidad en la ULL

Ha publicado una docena de libros sobre energías renovables y medio ambiente, así como numerosas comunicaciones a congresos nacionales e internacionales.

Miembro del comité de redacción de las revistas “Cuadernos de I.N.I.C.E.” y “Era Solar”

Ha dirigido encuentros nacionales e internacionales sobre energías renovables e impartido un importante número de cursos y conferencias en dichos ámbitos.

*fjarabo@ull.es*



### **J. Vicente López Álvarez**

Dr. Ingeniero de Montes UPM 1985. Docente ETSI Montes - UPM desde 1985. Diplomado en Gestión y Administración de Empresas EOI 1983. Máster en Ingeniería Ambiental EOI 1985. Máster en Procesos Contaminantes y Defensa del Medio Natural UPM 1988. Ha sido Director de la Cátedra ECOEMBES de Medioambiente, Gerente de la Fundación Conde del Valle de Salazar UPM, Director del Departamento de Ingeniería Forestal de la UPM y es Director de la ETSI Montes.

*jv.lopez@upm.es*



### **César López Leiva**

Ingeniero de Montes (Universidad Politécnica de Madrid). Profesor Titular de Botánica en la E.U.I.T. Forestal de la UPM desde 2000. Colaborador (1989-2000) del Mapa Forestal de España 1:200.000 y director y coordinador (2000-2008) del Mapa Forestal 1:50.000 de Cubiertas No Arboladas, realizando el de las Islas Canarias en 2007. Ha desarrollado estudios geobotánicos de análisis de la vegetación y cartografía en varios territorios, incluida la isla de Gran Canaria, así como investigaciones de Fitogeografía Histórica y trabajos de clasificación, evaluación y seguimiento de matorrales y cubiertas herbáceas en la Península Ibérica y en el Archipiélago Canario. Ha colaborado en proyectos internacionales para la Gestión Integral de cuencas hidrográficas en América (2004-2008).

*cesar.lopez@upm.es*



### **Javier Raúl Méndez Hernández**

Doctor en Biología por la ULL

Investigador de La Universidad de La Laguna

Sus trabajos se centran en el estudio de los ecosistemas canarios, especialmente los efectos de los incendios forestales en los bosques de pinar canario, concretamente los efectos sobre la regeneración de esta especie.

*jmendezh@ull.es*



### **González-Delgado, Guacimara.**

**Rüdiger, Otto**

**De Nascimento, Lea**

Los autores del capítulo 7 pertenecen al Grupo de Biogeografía y Ecología Insular de la Universidad de La Laguna. Entre las líneas de investigación de este grupo se encuentra el estudio de la dinámica forestal de los ecosistemas insulares.



### **Jorge Mongil Manso**

Doctor Ingeniero de Montes por la Universidad de Valladolid.

Profesor de Hidrología y Restauración Hidrológico-Forestal en la Universidad Católica de Ávila. Participa como profesor en varios grados y másteres oficiales, como el Máster en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de la UCAV.

Director del Grupo de Investigación de Hidrología y Conservación. Sus líneas de investigación se centran en el ámbito de la hidrología y la restauración forestal. Ha participado en más de una decena de proyectos de investigación. En 2006 tuvo la oportunidad de realizar una estancia breve en el centro de investigación del Keren Kayemeth Leisrael (departamento forestal) de Israel.

*jorge.mongil@ucavila.es*



### **José Joaquín Molina Roldán**

Ingeniero de Montes por la Universidad Politécnica de Madrid.1994.

Ingeniero de Montes de la Hacienda Pública.2003. Adscrito a la Dirección General del Catastro. (Gerencia de Santa Cruz de Tenerife).

Ingeniero de Montes de la Comunidad Autónoma Canaria. (Personal Laboral Fijo), en excedencia. Durante los años 1995 al 2002, Ingeniero responsable de la gestión del Convenio para la Restauración Hidrológico-Forestal de Cuencas en la Islas Canarias y varios Fondos Europeos de Medio Ambiente.

Varios artículos en revistas sobre el medio ambiente de las Islas Canarias.

*jjoaquin.molina@tenerife.catastro.meh.es*



### **Agustín Naranjo Cigala**

Profesor del departamento de Geografía de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Es también director del Aula de la Naturaleza Jaime O'Shanahan y representante en el Patronato de Espacios Naturales Protegidos de la isla de La Palma y en el del Parque Nacional Caldera de Taburiente. Miembro fundador de la asociación "Grupo Interinsular de Investigación sobre Especies Invasoras (EIGI)", es también miembro de otros grupos de inves-

tigación (Ecología y Biogeografía Insular de la ULL y Biogeografía, Conservación y Territorio de la ULPGC). Desarrolla líneas de investigación en el estudio geográfico de la vegetación canaria en el marco de las nuevas tecnologías aplicadas a la Geografía (Sistemas de Información Geográfica y Teledetección) y en el seno de EIGI, sobre las especies exóticas invasoras en el Archipiélago. Varios artículos de investigación en revistas especializadas, libros y capítulos de libros, póster y comunicaciones a congresos.

*anaranjo@dgeo.ulpgc.es*



### **Araceli Reymundo Izard**

Arquitecta (especialidad edificación) por la UPM, especializada en sostenibilidad y eficiencia energética desde 1995.

Coautora del MABICAN (Manual de arquitectura Bioclimática para Canarias) ITC, 2011. <http://www.renovae.org/mabican>

Autora de un centenar de proyectos entre los que cabe destacar, por su eficiencia energética: Vivienda Unifamiliar en Fasnía (2007) [http://www.youtube.com/watch?v=0\\_YbsS2lvS4](http://www.youtube.com/watch?v=0_YbsS2lvS4) y Proyecto de edificio de Servicios de alta eficiencia energética para el área de Medioambiente del Cabildo de Tenerife en el parque rural de Anaga (2011).

*araceli.reymundo@coactfe.org*

*www.araceli.reymundo.com*



### **Antonio Rodríguez Rodríguez**

Doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad de La Laguna (1977)

Catedrático de Edafología y Química Agrícola de la Universidad de La Laguna.

Su labor investigadora se ha centrado fundamentalmente en el reconocimiento de las potencialidades y procesos de degradación de los suelos de Canarias. Ha publicado 78 artículos científicos en revistas especializadas, 14 capítulos de libros y 1 libro, actuando como Editor de otros tres. Ha sido Investigador Principal en 13 Proyectos de I+D y 8 Contratos de Investigación, relacionados con la caracterización de suelos y sus procesos de degradación. Coordinador del Grupo de Investigación Degradación y Conservación de suelos de la ULL

Presidente (por elección) de la Comisión de Control de la degradación y recuperación de Suelos de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo

Miembro de número del Instituto de Estudios Canarios

*antororo@ull.es*



### **Isidoro Sánchez García**

Ingeniero de Montes por la ETSIMO de Madrid en 1965. Director del PN del Teide (1974-1980) y de Garajonay (1982-1987). Premio Nacional de Periodismo Forestal en 1982 por el Bosque y el Agua (Garoé). Autor y coautor de libros sobre El Teide, La Gomera, El Hierro, Puerto de la Cruz y La Orotava. Sobre el Garoé, Alejandro de Humboldt y Agustín de Betancourt. Reconocimientos técnicos, políticos y sociales en Canarias, España, Venezuela y los EE.UU. Presidente de la Fundación para el Desarrollo de la Universidad de La Laguna y dirigente de asociaciones culturales canarias..

*sanchezisidoro@terra.es*



### **Moisés R. Simancas Cruz**

Profesor Titular de Geografía Humana de la Universidad de La Laguna. Doctor en Geografía por la Universidad de La Laguna (2003). Máster en Evaluación de Impacto Ambiental (1998). Licenciado en Geografía e Historia (sección de Geografía, 1994). Diplomado en Profesorado de E.G.B. (1991). Premio extraordinario de Doctorado de La Universidad de La Laguna (2003). Premio de Investigación “Viera y Clavijo” (Letras) del Cabildo Insular de Gran Canaria (2004). Miembro del Instituto Universitario de Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad de La Laguna. Autor del libro Las áreas protegidas de Canarias. Cincuenta años de protección ambiental del territorio en espacios insulares

*msimancas@ull.es*



### **Carlos Velazquez**

Ingeniero de Montes.

Coordinador de Planificación y Gestión Forestal del Servicio de Medio Ambiente

del Cabildo de Gran Canaria. Técnico de Obras de Silvicultura

*cvelazquez@grancanaria.com*









# **INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL EN MEDIOS INSULARES**

## **Técnicas y Experiencias en las Islas Canarias**

Las Islas Canarias a pesar de su reducida extensión y del relativo poco peso específico a nivel mundial, no es ajena a los problemas globales detectados en la conservación de bosques y en la importancia que éstos tienen para obtener beneficios económicos, socioculturales y ambientales. La gestión forestal sostenible es en este sentido esencial para asegurar y compatibilizar los diversos beneficios del bosque.

El papel específico de los bosques y su gestión son sin embargo temas aún por conocer en nuestras islas, por lo que el Año Internacional de los Bosques ha representado una oportunidad única para dar a conocer el mundo forestal y acercarlo a nuestra sociedad.

El presente libro consta de 25 capítulos donde se ha contemplado la mayoría de los aspectos a tener en cuenta en la planificación y gestión del medio forestal y natural. Desde la historia forestal del archipiélago, hasta el uso y técnicas de manejo de los recursos naturales, incluyendo el agua, la energía en forma de biomasa y la silvicultura.

Los coordinadores y autores de algunos de los capítulos de la presente obra, Juan Carlos Santamarta Cerezal y Jorge Naranjo Borges son Doctores Ingenieros de Montes y son los representantes del colegio profesional en Canarias. Con una dilatada experiencia en la gestión e ingeniería forestal y ambiental de las islas, entre ambos han firmado cerca de 100 publicaciones relacionadas con el medioambiente y la sostenibilidad, participando también activamente en la docencia y coordinación de más de 70 cursos de especialización. Esta obra pretende ser una representación de los aspectos cualitativos y cuantitativos a tener en cuenta en la gestión del medio ambiente de Canarias.

